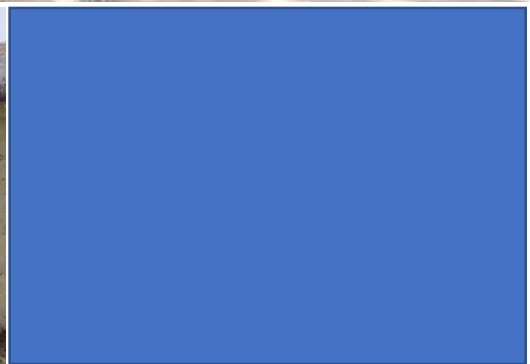


Consultoría-para el desarrollo de un modelo de cálculo para la determinación del costo eficiente de la prestación del servicio de energía eléctrica a través de la atención a usuarios mediante soluciones aisladas centralizadas o individuales.

CONTRATO 2020-036: INFORME No 2

PRODUCTO 4: AOM



Preparado para:
COMISIÓN DE REGULACION DE ENERGÍA Y GAS- CREG

Preparado por:
HART Energy & Control Consulting S.A.S
Contacto: hernando.roa@hart-ecc.com
Calle 79 N° 16A-20 Of. 504 Bogotá-Colombia
Tel: +57 310 2551312
www.hart-ecc.com
Bogotá D.C., Diciembre de 2020

Tabla de Contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	4
2	EXPERIENCIAS INTERNACIONALES Y NACIONALES.....	4
3	AOM PRESTACIÓN SERVICIO DE ENERGÍA MEDIANTE SISFV	6
3.1	ADMINISTRACIÓN	7
3.2	OPERACIÓN	7
3.3	MANTENIMIENTO	8
4	ACTIVIDADES, LOGISTICA E INDUCTORES DE COSTOS.....	8
4.1	ACTIVIDADES DE LA COMERCIALIZACIÓN	8
4.1.1	Atención PQR's.....	8
4.1.2	Medición y Facturación	9
4.1.3	Recaudo y Cobranza	9
4.1.4	CRM y Educación Cliente.....	10
4.2	ACTIVIDADES DEL AOM LA GENERACIÓN	10
4.2.1	Mantenimiento Preventivo	11
4.2.2	Mantenimiento Correctivo.....	11
4.2.3	Stock de Repuestos	12
4.3	LOGISTICA DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ENERGIA MEDIANTE SISFV.....	13
4.3.1	Personal.....	14
4.3.2	Arrendamiento sede	14
4.3.3	Hardware.....	15
4.3.4	Software	15
4.4	FACTORES INDUCTORES DE COSTOS EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO	16
4.4.1	Usuarios Atendidos	16
4.4.2	Factor de Transporte.....	17
4.4.3	Estimación cuadrillas de técnicos para el Modelo de Costos.....	20
4.4.4	Estimación de Asistentes comerciales para el Modelo de Costos	21
5	MODELOS DE COMERCIALIZACIÓN ENERGÍA MEDIANTE SISFV	21
5.1	Modelo de Comercialización POSPAGO	22
5.2	Modelo de Comercialización PREPAGO	23
6	MODELO de CÁLCULO de COSTOS AOM SERVICIO DE ENERGIA MEDIANTE SISFV	24
6.1	RESULTADOS MODELO CÁLCULO COSTOS AOM.....	24
6.2	Costos AOM Comercialización Servicio de Energía mediante SISFV	25
6.3	Costos AOM Generación Servicio de Energía mediante SISFV	26
6.4	MODELO O HERRAMIENTA EXCEL.....	27

Lista de Tablas

Tabla 1: Tasas de falla para los componentes principales de una SISFV	12
Tabla 2: Estimación de equipos para reemplazos por mantenimiento correctivo (stock de repuestos)	13
Tabla 3: Conceptos incluidos en la logística para la prestación del servicio	13
Tabla 4: Costos de la plataforma de software por tamaño de empresa	15
Tabla 5: Costos de soporte técnico plataforma software	16
Tabla 6: Usuarios a ser atendidos con SISFV	17
Tabla 7: Procesamiento de los datos de usuarios	17
Tabla 8: Caracterización regional por impacto del transportes	19
Tabla 9: Datos de entrada al modelo de cálculo AOM	25
Tabla 10: Resultados `principales del modelo de cálculo AOM	25
Tabla 11: Resultados detallados de costos para cada una de las actividades de AOM de Comercialización	26
Tabla 12: Resultados detallados de costos para el AOM de Generación	26

Lista de Figuras

Figura 1: Actividades de la prestación del servicio con SISFV	6
Figura 2: Mapa con identificación de áreas con dificultad de transporte	18
Figura 3: Diagrama típico para la estimación de tiempos de desplazamientos	20
Figura 4: Mapa con identificación de cobertura celular	23

1 INTRODUCCIÓN

Dentro del desarrollo del modelo de cálculo para la determinación del costo eficiente de la prestación del servicio de energía eléctrica mediante Soluciones Individuales Solares Fotovoltaicas individuales o centralizadas, es necesario determinar la componente de costos de Administración, Operación y Mantenimiento – AOM para lo cual se parte de que la cadena de la prestación del servicio está compuesta únicamente por dos eslabones, la Generación de la energía y la Comercialización de la energía generada. La actividad de Generación se encarga de garantizar la generación de energía y el mantenimiento de los componentes de la SISFV y la Comercialización debe realizar las actividades necesarias para atender el cliente, tomar la lectura de los consumos, facturarlos, recaudar y cobrar el valor del servicio, así como relacionarse con usuario para fidelizarlo y formarlo en el uso del servicio.

Los costos de la logística que se requiere para realizar las actividades básicas de la comercialización y los factores Inductores de Costo, es decir los factores de que los incrementan o reducen según la región en la cual se presta el servicio, determinan finalmente el costo de cada actividad y el costo del AOM de la Comercialización. Los Factores Inductores de costos de las actividades de Comercialización, para la prestación del servicio de energía eléctrica mediante soluciones solares fotovoltaicas, centralizadas o individuales, según las características del área del país en la cual se prestará el servicio, son fundamentalmente el número de usuarios a atender, la dispersión de los Usuarios en el área de prestación y las condiciones para el transporte que tendrá que afrontar el Prestador del Servicio.

La sumatoria de los costos totales de la logística para realizar las diferentes actividades de la Comercialización en un área específica, dará como resultado los costos totales del negocio de Comercialización en dicha área, Este valor distribuido entre el número de Usuarios atendidos, permite obtener el costo de Comercialización por Usuario; el cual sumado a los costos por Usuario inherentes a la Generación de la energía mediante las SISFV, determinara el costo total de la prestación del servicio.

2 EXPERIENCIAS INTERNACIONALES Y NACIONALES

Actualmente, una de cada cinco personas en el mundo todavía no tiene acceso al servicio de energía eléctrica. Los programas de universalización de la energía han permitido el acceso a la energía a millones de Usuarios en el mundo; sin embargo, según el Banco Mundial, en Latinoamérica cerca de 20 millones de personas aún no tienen acceso a electricidad. En Latinoamérica esta situación tiene especial incidencia en zonas rurales, las cuales concentran un 78% de las personas que no disponen de electricidad. Con base en el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 7, las Naciones Unidas se han propuesto facilitar el acceso a la energía eléctrica a toda la población de los países asociados en esta organización, en el año 2030. Una de las alternativas con mayor viabilidad para facilitar el acceso a la energía eléctrica en las zonas rurales, aisladas del sistema eléctrico interconectado del país, son las soluciones solares fotovoltaicas centralizadas o individuales. A continuación, se presenta una breve reseña de algunos de los programas que se están desarrollando actualmente en otros países.

En Méjico existe desde 2012 una alianza Público-Privada que ofrece en los departamentos más pobres del país, SISFV de 25W para la iluminación y electrificación básica de viviendas. La adquisición de la solución, su instalación y el mantenimiento es realizado por los usuarios, apoyado por el Estado mediante Centros de Atención establecidos en las cabeceras municipales por emprendedores de la comunidad. Los equipos son subvencionados por el Gobierno para sean asequibles a las familias que viven en situación de pobreza, con el apoyo financiero de entidades internacionales.

En Nicaragua la prestación del servicio de energía mediante soluciones solares ha sido liderada por un emprendedor privado que realiza el suministro e instalación de las Soluciones. Inicio enfocado en sistemas fotovoltaicos domiciliarios

y hoy ha expandido sus actividades por todo el país, ofreciendo soluciones diversificadas para cualquier consumo de energía y aplicación. Este emprendedor nicaragüense que ofrece soluciones con energía solar para poblaciones aisladas del sistema eléctrico interconectado, tiene más de 80.000 sistemas instalados, ha llegado también a Panamá, El Salvador y Honduras. Tanto con recursos propios, como a través de donaciones y convenios con financieras, ofrece financiamiento para adquirir las soluciones mediante cuotas en un período de hasta cinco años. La distribución de los equipos y las tareas de mantenimiento técnico del servicio se realiza a través de microempresarios de la comunidad donde se presta el servicio

En el Perú el programa es financiado por la Unión Europea e implementado por el Estado y la Agencia de cooperación alemana GIZ. Mediante la articulación Financiadores, Microemprendedores y Usuarios, se promueve entre las comunidades más pobres y aisladas del país, la adquisición de lámparas solares y alguna SISFV de pequeña potencia para electrificación básica del hogar. La operación y el mantenimiento de los equipos esta a cargo de los usuarios con el apoyo de los emprendedores de la comunidad que son capacitados y potenciados por las organizaciones internacionales que financian el programa.

En Bolivia desde 2013 se viene impulsando la creación de una red de franquiciados dedicados a promover la venta de lámparas solares y SISFV de pequeña potencia, a las familias para las cuales la extensión de red eléctrica no es una opción viable económicamente. Se han introducido innovaciones en la comercialización de las soluciones solares, como el control del pago de las cuotas en las ventas de equipos a plazos, mediante protocolos de comunicación con los kits vía GSM. En algunos Municipios, es la administración municipal la encargada de vender directamente y con algunas subvenciones, lámparas solares y pequeñas SISFV. La instalación y el mantenimiento de las soluciones solares están a cargo del Usuario.

En Brasil el proyecto de llevar soluciones solares a las comunidades más aisladas de la amazonia está siendo realizado por un consorcio privado Guascor y Kyocera, dos fabricantes de equipos europeos. El proyecto está basado en mini-redes eléctricas con tecnología fotovoltaica y un sistema de gestión con el apoyo de las empresas estatales de energía de la región de la Amazonia. La Comercialización de la energía se realiza por tarjetas de prepago manejada por microemprendedores de las comunidades, que realizan la gestión en sitio y apoyan al usuario en los temas de instalación y mantenimiento de las soluciones solares fotovoltaicas. Los parámetros eléctricos de la operación de las mini-redes y la información de los pagos realizados por los usuarios, se envían por satélite al centro de operación de la empresa en Manaus, desde donde se administra remotamente las mini-redes y la prestación del servicio a los usuarios

En conclusión, en los países Latinoamericanos, al igual que en algunos países de Asia y África, en los cuales la solución se ofrece como alternativa de iluminación y electrificación básica para comunidades aisladas y con alto grado de pobreza, los programas para facilitar el acceso a la energía eléctrica a las comunidades rurales aisladas del sistema interconectado, mediante soluciones solares fotovoltaicas individuales o concentradas, son desarrolladas por alianzas publico privadas con enfoque social y subvencionado por el estado o por instituciones internacionales de beneficio social, sin que se observe el desarrollo de esquemas de operación o modelos de comercialización regulados o vigilados, que consideren la calidad, la eficiencia y sostenibilidad a largo plazo.

En Colombia la experiencia con el suministro de energía mediante Sistemas Individuales Solares Fotovoltaicos – SISFV se inicia impulsado por Entidades Estatales y como dinamizador del desarrollo socioeconómico de comunidades vulnerables, aisladas del Sistema Interconectado Nacional y cuya interconexión no es viable. Instituciones del Gobierno Nacional, con recursos de fondos obtenidos por la prestación del servicio de energía en el Sistema Interconectado Nacional y con el apoyo de los gobiernos departamentales y municipales, han financiado e instalado más de 13.000 SISFV en zonas aisladas, con capacidades entre 50 Wp y 750 Wp; con lo cual la potencia total instalada mediante SISFV en Colombia, está alrededor de los 10 MW. Sin embargo, una vez instaladas las soluciones por parte del Estado, la administración de la prestación del servicio es generalmente realizada por emprendedores privados interesados en la

prestación de este servicio, con diferentes modelos de negocio y modalidades de operación, lo cual conduce a diferentes niveles de servicio, de atención al usuario y de costos, sin que se garantice la calidad del servicio, la eficiencia en la prestación y la sostenibilidad del esquema al mediano y largo plazo, como debería ser.

Ante esta situación el Ministerio de Minas y energía y la Comisión de Regulación de Energía y Gas están avanzado en el diseño e implementación de un marco regulatorio para los Prestadores del Servicio que se encargan de la Administración, Operación y Mantenimiento de las soluciones instaladas, de manera que se establezcan niveles de servicio según la necesidad del usuario, se asegure la calidad y confiabilidad y del suministro de energía, se incorpore la eficiencia en la prestación del servicio, y se garantice la sostenibilidad de las soluciones individuales solares fotovoltaicas instaladas, al mediano y largo plazo.

3 AOM PRESTACIÓN SERVICIO DE ENERGÍA MEDIANTE SISFV

La prestación del servicio de energía dentro del Sistema Interconectado Nacional tiene claramente definida la cadena de la prestación del servicio, con cuatro negocios independientes La Generación, La Transmisión, La Distribución y la Comercialización. En el caso de la prestación del servicio de energía eléctrica, mediante soluciones solares fotovoltaicas centralizadas o individuales, el negocio de la Transmisión no tiene participación; y el negocio de la distribución para el caso de las soluciones centralizadas se reduce a cortos tramos de líneas de interconexión a media o baja tensión, entre la ubicación de la solución solar fotovoltaica y los Usuarios; y para el caso de soluciones solares fotovoltaicas individuales, no existe. Considerando lo anterior y siendo coherentes con la estructura de prestación del servicio de energía existente en el país, la cadena de la prestación del servicio de energía eléctrica, mediante soluciones aisladas centralizadas o individuales se reduce a dos negocios diferentes, que actualmente se desarrollan integrados por parte de los Prestadores del Servicio: La Generación y la Comercialización.

Figura 1: Actividades de la prestación del servicio con SISFV



Fuente: Elaboración propia

Convencionalmente los costos de cualquier negocio se pueden distribuir en tres grandes rubros, Administración, Operación y Mantenimiento; en la prestación del servicio de energía eléctrica mediante soluciones aisladas centralizadas o individuales, los tres rubros mencionados comparten recursos de la logística. Para la Comercialización los costos de AOM esta determinados básicamente por el Modelo de Comercialización para la prestación del servicio, o sea por la logística necesario para desarrollar las actividades básicas de la comercialización y a las cuales se compromete el Prestador del Servicio con el Usuario en cumplimiento de la Normatividad y de los Derechos del Usuario. La logística del Modelo de Comercialización es definida fundamentalmente por la forma como se realiza la lectura y la facturación de los consumos periódicos de energía; en el Sistema Interconectado Nacional se encuentran implementados actualmente, el Modelo Pospago, y el Modelo Prepago. La Comercialización de energía en Colombia se desarrolló y se ha mantenido bajo el Modelo Pospago, debido a que es un mercado concentrado, tiene bajos costos realizar la lectura visualmente, y lógicamente porque el medidor prepago es un invento reciente. El Modelo Prepago es relativamente nuevo en el mundo; En el mercado colombiano este Modelo de Comercialización de energía eléctrica se ha impuesto como solución para los mercados dispersos, de difícil gestión, con pérdidas de energía y alto riesgo de cartera.

3.1 ADMINISTRACIÓN

En la prestación del servicio de energía mediante soluciones aisladas centralizadas o individuales, la Administración está encargada de la planeación, organización y dirección de las actividades de la Comercialización y la Generación, así como del suministro y control de la logística que estas requieren en su realización. La conformación de la Administración del negocio depende básicamente del tamaño del negocio, y en el caso de la prestación del servicio de energía mediante soluciones aisladas centralizadas o individuales está determinado por el número de Usuarios a atender.

Actualmente en Colombia más de 13.000 Usuarios que cuentan con servicio de energía eléctrica a través de soluciones solares fotovoltaicas individuales, y adicionalmente, se estima que en lo que resta de año 2020 entrarán en operación cerca de 4.800 nuevas soluciones de este tipo de servicio. Un alto porcentaje de las empresas prestadoras del servicio de energía mediante SISFV atienden menos de 300 clientes lo cual las clasifica en la categoría de pequeñas y su estructura Administrativa es reducida; el Gerente general maneja los dos negocios y dirige las actividades que se desarrollan de cara al Usuario. En las empresas con más de 1000 clientes se requiere una estructura administrativa más robusta y en ellas podemos encontrar una Gerencia General y Gerentes Técnico, Comercial y Administrativo, este último encargado también de los aspectos financieros de la empresa.

Finalmente hay que destacar que para prestar el servicio de energía mediante SISFV, tanto las empresas grandes como las medianas y pequeñas requieren un soporte administrativo consistente en un Contador que lleva los libros de la contabilidad, prepara los informes financieros para la administración y firma los estados financieros requeridos por los entes de Tributarios y de Impuestos; según el Artículo 203 del Código de Comercio es obligatorio para las Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios el tener un Revisor Fiscal; y también es necesario contar un asesor en aspectos Legales y Regulatorios, para reducir el riesgo de la empresa de incumpla la normatividad de la CREG, el Ministerio de Minas y Energía y la Superintendencia de Servicios Públicos, en el desarrollo de las actividades del negocio y en la atención de las PQR's de los Usuarios.

3.2 OPERACIÓN

La operación en el negocio de Comercialización está conformada por el personal que tiene contacto directo con los Usuarios en el desarrollo de las actividades necesarias para: promover la expansión del uso de SISFV entre los clientes potenciales de un área de comercialización, atender las solicitudes de servicio, tramitar la instalación del medidor, registrar la disponibilidad o el consumo de energía, emitir la factura de cobro, recaudar el valor correspondiente, ordenar las suspensiones y reconexiones y atender cualquier petición, queja o recurso que el Usuario presente al prestador del servicio. Es importante resaltar que, según el tamaño de la empresa, el personal de operación realiza cotidianamente funciones para el Negocio de Generación y para el Negocio de Comercialización. Esta mezcla de funciones y de relaciones con los negocios es muy claro en el caso de los técnicos de atención y mantenimiento, quienes realizan las visitas a las instalaciones de los Usuarios, y simultáneamente realizan funciones de mantenimiento preventivo, relacionamiento, cobranza, educación al Usuario y atención de PQR's, es decir son representantes integrales del prestador del servicio ante el Usuario.

La operación en la Generación mediante soluciones solares independientes o centralizadas se reduce a la puesta en operación inicial y posterior cuando se hacen mantenimientos correctivos. Cuando se cuenta con un sistema de comunicaciones con las capacidades para soportar un sistema de monitoreo remoto, se puede efectuar seguimiento al desempeño de los sistemas. Para el caso que nos ocupa estas facilidades por ahora no pueden implantarse.

3.3 MANTENIMIENTO

El mantenimiento en la Comercialización está direccionado a los equipos que utiliza el prestador del servicio en la realización de sus actividades para atender al Usuario; es decir se limita a tener en buenas condiciones de operación el Hardware y el Software que utiliza el personal comercial, sus medios de transporte y comunicación, así como las terminales de recaudo y recarga. Si tenemos en cuenta que estos mantenimientos requieren conocimiento especializado y que son normalmente contratados con terceros por los prestadores del servicio, podemos concluir que el mantenimiento en la Comercialización de energía mediante SISFV no es representativo en la prestación del servicio de energía mediante soluciones solares independientes o centralizadas.

En la Generación el mantenimiento es la esencia del negocio, se trata maximizar la disponibilidad y las condiciones de operación de la SISFV

4 ACTIVIDADES, LOGÍSTICA E INDUCTORES DE COSTOS

El costo del AOM correspondiente a la prestación del servicio de energía mediante SISFV, es el resultado de la sumatoria de los costos que tiene la logística para realizar las actividades inherentes a la Comercialización y la Generación. Para efectos del cálculo de costos del AOM mediante el modelo desarrollado en esta consultoría, se considerará que el Comercializador de energía mediante SISFV debe realizar las mismas actividades básicas que se desarrollan en la Comercialización de energía en el Sistema Interconectado Nacional, tanto para el Modelo Pospago como para el Modelo Prepago, es decir Atención PQR's; Medición y Facturación; Recaudo y Cobranza; CRM y Educación al Usuario. Estas cuatro actividades engloban los Deberes del Comercializador en la prestación del servicio de energía y los Derechos del Usuario, según la Regulación y Normatividad vigente para el Sistema interconectado; referencia lógica para la Regulación y la Normatividad en la prestación del servicio de energía mediante SISFV. Para la Generación las actividades están relacionadas con los mantenimientos preventivos y correctivos que garanticen una adecuada disponibilidad de la energía para los usuarios.

4.1 ACTIVIDADES DE LA COMERCIALIZACIÓN

Para el modelo de costos AOM la Comercialización de energía mediante SISFV, que se desarrolla en esta consultoría, el negocio por modelo de atención está constituido por la realización de cuatro actividades básicas:

1. ATENCIÓN PQR'S
2. MEDICIÓN Y FACTURACIÓN
3. RECAUDO Y COBRANZA
4. CRM Y EDUCACIÓN AL USUARIO

Estas cuatro actividades cubren todas las acciones necesarias para el cumplimiento de las obligaciones Legales, Regulatorias, Comerciales y Financieras, que implica el desarrollo eficiente del negocio por modelo de atención de Comercialización de energía mediante SISFV.

4.1.1 Atención PQR's

La atención de PQR's es una actividad fundamental de la Comercialización de energía mediante SISFV, es ser la cara del Prestador del Servicio frente al Usuario. A través de los canales de atención que se establezcan en el área de cubrimiento, el Usuario podrá presentar solicitudes como: requerimientos de información, trámites de la prestación del servicio, consultas relacionadas con el Contrato de Condiciones Uniformes y en general sobre cualquier aspecto relacionado con los bienes y servicios que ofrece el Prestador del Servicio. Tanto la recepción de la solicitud como la respuesta, serán

realizadas por los encargados de la actividad de la Atención PQR's, y la respuesta se dará en los términos de Ley, esto, por regla general, es dentro de los 10 días hábiles siguientes a la radicación de la petición, si es una solicitud de información, y 15 días hábiles si se trata de otro tipo de requerimiento.

De conformidad con el Artículo 154 de la Ley 142 de 1994 y la Ley 1437 de 2011 el Usuario tiene derecho a presentar Recurso de Reposición y en Subsidio Apelación, para que el Prestador del Servicio revise las decisiones que haya tomado, y que afecten la prestación del servicio y/o la ejecución del Contrato de Condiciones Uniformes que se establezca con el Usuario, para el suministro de energía eléctrica mediante SISFV

4.1.2 Medición y Facturación

Medición: El artículo 9 de la Ley 142 de 1994 estableció como derecho de los Usuarios de los servicios públicos domiciliarios, la medición de sus consumos reales y obtener información completa sobre todos los aspectos de la prestación del servicio. En el caso del servicio de energía mediante SISFV, los aspectos de la medición en la prestación del servicio están en proceso de definición por parte de Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG. El derecho del Usuario a la medición de sus consumos reales tiene relación directa con el precio del servicio y está relacionado con la obligación de la empresa prestadora del servicio, de disponer los instrumentos tecnológicos apropiados para realizar dicha medición.

Es deber del Prestador del servicio, constatar el debido funcionamiento del medidor, a efectos de que dicho instrumento permita determinar en forma adecuada el consumo. Es obligación de los Usuarios reparar o reemplazar los medidores, a satisfacción de la empresa, cuando se establezca que el funcionamiento no permite determinar en forma adecuada los consumos, como en el caso de un mal funcionamiento del medidor, o cuando el desarrollo tecnológico ponga a su disposición instrumentos de medida más precisos.

Facturación es el Conjunto de actividades que realiza el Prestador del Servicio para emitir la factura, que comprende: determinación de consumos, revisión previa en caso de consumos anormales, liquidación de consumos, elaboración y entrega de la factura. Los requisitos formales de las facturas serán los que determinen las condiciones uniformes del contrato, pero contendrán, como mínimo, información suficiente para que el suscriptor o Usuario pueda establecer con facilidad si la empresa se ciñó a la Ley y al contrato al elaborarlas, cómo se determinaron y valoraron sus consumos, cómo se comparan éstos y su precio con los de períodos anteriores, y el plazo y modo en el que debe hacerse el pago. En los contratos se pactará la forma, tiempo, sitio y modo en los que la empresa hará conocer la factura a los suscriptores o Usuarios.

La Medición y Facturación que desarrolla el Comercializador de energía mediante SISFV, es una actividad clave para la sostenibilidad financiera del Prestador del Servicio, y es además el diferenciador fundamental entre los Modelo Prepago y Pospago, que el Prestador de Servicio puede elegir para prestar el servicio de energía. El modelo Pospago no es utilizado en la prestación del servicio de energía mediante soluciones solares, debido a que implica la lectura del medidor y la entrega de la factura al usuario; lo cual, en las áreas rurales donde el nivel de comunicaciones es bajo, la dispersión de los usuarios alta y el transporte complicado y costoso, genera sobrecostos para el prestador y para el usuario

4.1.3 Recaudo y Cobranza

La actividad de Recaudo y Cobranza, cierra el ciclo de la prestación del servicio de energía mediante SISFV. Las empresas Prestadoras del Servicio pueden establecer los mecanismos legales que les permitan realizar con mayor eficacia, la gestión de recaudo del valor del servicio facturado. Sin embargo, cualquiera que sea el mecanismo que adopten de acuerdo con la ley, deberán tener en cuenta, que el servicio prestado debe cobrarse a través de la respectiva factura del servicio, emitida con sujeción a las normas que rigen la medición, liquidación y facturación del consumo; que solamente podrán cobrarle al Usuario las tarifas legalmente autorizadas, y que en caso de mora en el pago del servicio, únicamente

podrán aplicar las sanciones pecuniarias que, de acuerdo con la normatividad vigente hayan establecido en el contrato de condiciones uniformes, inclusive si se trata de los denominados cobros prejurídico. El primer mecanismo de cobranza con que cuenta el prestador del servicio de energía mediante SISFV es la suspensión del servicio; en el caso del Modelo Pospago la suspensión y reconexión del usuario, genera altos costos para el usuario en las áreas rurales donde el nivel de comunicaciones es bajo, la dispersión de los usuarios alta y el transporte complicado y costoso.

Debe tenerse en cuenta que el recaudo de la facturación del servicio y la rotación de cuentas por cobrar del servicio, son dos indicadores de gestión definidos por la resolución CREG-005 de 1996, que le permiten a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios evaluar la gestión y resultados de las empresas Prestadores del Servicio de energía. Por tanto, tales Empresas están en la obligación de adoptar las medidas necesarias, de acuerdo con la Ley, que les permitan efectuar la Cobranza, el recaudo eficiente de la facturación del servicio en mora, incluyendo el cobro ejecutivo ante los jueces competentes y el ejercicio de la jurisdicción coactiva por las empresas de servicios públicos, de acuerdo con la facultad otorgada por la Ley 142 de 1994, artículo 130.

4.1.4 CRM y Educación Cliente

CRM, en inglés Customer Relationship Management, es una estrategia comercial constituida por las prácticas y sistemas que los Prestadores del Servicio utilizan para gestionar y analizar las interacciones con los clientes y utilizar la información que se generan estas interacciones. El objetivo del CRM o también llamado Relacionamiento con el Cliente, es desarrollar acciones tendientes a establecer y fortalecer la buena relación con el Usuario y de obtener información sobre su condición, hábitos de consumos, capacidad económica y comportamiento, para mejorar las relaciones de servicio, fidelizarlo, e impulsar el desarrollo de los objetivos del Prestador del servicio.

La Educación al Usuario, también conocida como Gestión social, es una actividad de la Comercialización de energía, que permite que el Usuario y las comunidades jueguen un rol activo en la implementación y mejoramiento del servicio. Esta actividad del Comercializador tiene como misión modificar el entorno social, generando en la población los elementos culturales para el cambio, mediante la aplicación de valores como la solidaridad, la identidad, la empatía y la cooperación. Además, busca crear y fortalecer la confianza entre el Prestador del Servicio y los Usuarios, Incrementar los niveles de pago, reducir los niveles de fraude, enseñar a los Usuarios sobre el correcto manejo de la SISFV y educar a los Usuarios en el uso eficiente y seguro de la energía.

4.2 ACTIVIDADES DEL AOM LA GENERACIÓN

Las actividades fundamentales de la Generación de energía mediante soluciones solares fotovoltaicas son, el Mantenimiento Preventivo y el Mantenimiento Correctivo Los costos de estas actividades están relacionados con el recurso humano debidamente capacitado equipos de transporte, y consumibles. A efectos de tener costos eficientes de estas actividades rutinarias, estas se programan desde las oficinas centrales de manera coordinada con las actividades de comercialización de tal manera que se optimicen los recorridos y se logre efectuar el mayor número de operaciones de ambos tipos. Todo lo anterior considerando el gran impacto que tiene la dispersión de la ubicación de los usuarios y la complejidad de las áreas para el transporte que inciden directamente en los rendimientos. Se recalca que el modelo de costos construido toma en consideración todos estos elementos a la hora de estimar las cuadrillas de mantenimiento requeridas para un sitio específico.

Inherente a la actividad de mantenimiento correctivo está la utilización de repuestos y para tal fin se debe hacer la estimación de la cantidad de elementos que se deben tener disponibles para atender cualquier necesidad de los usuarios y restablecer el servicio en el menor tiempo posible. A continuación, se presenta los conceptos tomados en consideración para la estimación de los costos de los Mantenimientos Preventivo y Correctivo.

4.2.1 Mantenimiento Preventivo

Los Mantenimientos Preventivos, son aquellos que tienen por objeto prevenir fallas mayores que dirijan a una pérdida de la unidad de generación con la consecuente suspensión de la prestación del servicio al usuario, la incidencia en mayores costos de mantenimiento (posibles reemplazamientos de equipos de manera anticipada, con relación a su vida útil y finalmente la afectación de los ingresos del prestador del servicio.

Esta actividad de mantenimiento preventivo requiere de recurso humano capacitado, medios de transporte, herramientas y consumibles. Se considera que una SISFV debe ser inspeccionada dos (2) veces al año y en esta inspección se realizan las siguientes tareas¹

- Limpieza de las superficies de los paneles e identificación de anomalías en sus estructuras de soporte, así como la fijación mecánica a su estructura monopolo y verificación del estado de la base para identificar erosión
- Revisión general de cada uno de los elementos electrónicos, esto es Reguladores e Inversores, visualización de alertas y/o mensajes de fallas, verificación de temperaturas de trabajo, verificación de voltajes, verificación de fusibles, etc.
- Revisión de los Bancos de Baterías, revisión de bornes y estado del conexionado, de igual manera verificación de la temperatura.
- Verificación y ajuste de todos los tornillos de conexiones de los cableados
- Verificación de elementos extraños en los gabinetes y presencia de humedad
- Verificación mecánica de las fijaciones de los gabinetes y los elementos allí alojados
- Verificación de corrosión en todas las partes, eléctricas y mecánicas

La Lista de Chequeo se programa en PDAS y con información complementaria del Usuario y tiene una secuencia que debe seguirse y respetarse. Además, la programación normalmente se hace de tal manera que solo habilita un ítem de chequeo si el previo ha sido verificado. Adicionalmente, se deben adjuntar fotografías de respaldo.

Para efectos del modelo de cálculo de cuadrillas a partir de información obtenida en las conversaciones sostenidas con empresas que están prestando el servicio en zonas aisladas y experiencias propias del equipo de trabajo del consultor se estima que un técnico una vez en el sitio puede ejecutar las tareas antes descritas en un promedio de 45 minutos. El tiempo total de la actividad es impactada por el tiempo de desplazamiento de acuerdo con el sitio y que el modelo considera de manera específica.

4.2.2 Mantenimiento Correctivo

Este tipo de mantenimientos están dirigidos a la corrección de las fallas que se han presentado en el sistema de generación de energía y que, genera en la mayoría de los casos la suspensión temporal de la prestación del servicio al usuario. El origen de una actividad de Mantenimiento Correctivo siempre requerirá de una visita de inspección que puede ser la rutinaria o puede ser iniciada como parte del seguimiento de una PQR

¹ Se ha incluido una lista de chequeo básica. A continuación, una referencia donde se pueden identificar detalles de las inspecciones recomendadas para cada tipo de elemento conforma una solución solar. Aunque es de propósito general incluso para sistemas conectados a red, la filosofía sigue siendo la misma. <http://www.solarabcs.org/about/publications/reports/operations-maintenance/pdfs/SolarABCs-35-2013.pdf>

A partir de una muestra de 100.000 instalaciones solares fotovoltaicas individuales en Alemania, se llegó a la conclusión que las fallas realmente debidas a la instalación eran muy raras, y en general estaban relacionadas con problemas en el cableado. También afirman, que la mayoría de los problemas de las instalaciones solares fotovoltaicas están más originadas en las fallas en las fases de planeación, diseño e instalación. Los equipamientos en general cuentan actualmente con unas normativas o estandarización y las grandes fuerzas de mercado y la competencia por el mismo hacen que cada día estén disponibles equipamientos mucho más confiables y por supuesto, reduciendo la ocurrencia de fallas y las necesidades de mantenimiento correctivo. Los mantenimientos correctivos pueden ser de dos tipos:

Menores que se originan por alguna intervención accidental o por incidencia directa por parte del Usuario y que normalmente solo requiere un ajuste menor o puesta a punto. En este caso, el costo de este mantenimiento correctivo resulta ser parte o ya cubierto por la atención de la PQR que genero la actividad.

Mayores, cuando requiere el reemplazo de algún equipo principal que hace parte de la SISFV. La estrategia para este tipo de mantenimientos es tener un stock de repuestos que permita hacer los reemplazamientos en el menor tiempo minimizando los tiempos sin servicio al usuario y la disminución de ingresos por facturación

Basados en la publicación de BP ² de Tasas de falla para paneles 0,13% y 0,05%, entonces, tomaremos de manera conservativa el valor superior esto es 0,13%. Para los otros elementos se hacen los siguientes supuestos: la tasa de fallas anual se ajusta con base en las vidas útiles estimadas, como se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 1: Tasas de falla para los componentes principales de una SISFV

Equipo	Tasa de Fallas al año
Paneles	0,13%
Baterías	0,33%
Inversores	0,33%
Reguladores	0,33%
Estructuras de Soporte de paneles Monopolo	0,13%
Estructuras de Soporte Aluminio	0,13%
Medidor	0,33%
Total Anual	1,69%

Fuente: Elaboración propia

Este valor de tasa anual de falla permite efectuar el cálculo de cuadrillas para atender los mantenimientos correctivos

4.2.3 Stock de Repuestos

La mejor manera de estimar esta cantidad de elementos a tener disponibles para los mantenimientos correctivos es a partir la tasa de falla de cada uno de los elementos. Infortunadamente, estos datos los proveedores normalmente no

² <http://www.dsisolar.com/info/solar-pv-module-faults-and-failings-41936602.html#:~:text=BP%20Solar%20ha%20informado%20una,datos%20de%20campo%20%5B4%5D>.

los publican y se tiene pocos reportes sobre el tema. En consecuencia, se utilizará las tasas de falla restimadas n la tabla anterior para efectos de las estimaciones en este documento.

Para una empresa grande con 1000 usuarios esto daría que al año fallarían = $0,13\% * 1000 = 1,3$ unidades, se aproxima a 2 unidades por año, que requiere ser reemplazados. Así las cosas, la empresa debería contar con un Stock de dos paneles solares fotovoltaicos.

Inversores y Reguladores se tiene: $0,13\% * 25/10 = 0,325\%$, lo cual indica que para una empresa con 1000 usuarios se requeriría tener: $0,325\% * 1000 = 3,25$ unidades, entonces 4 Inversores y 4 Reguladores

Siguiendo el mismo procedimiento, se presentan a continuación los resultados tres empresas tipo, esto es. Una empresa pequeña, una mediana y una grandes

Tabla 2: Estimación de equipos para reemplazos por mantenimiento correctivo (stock de repuestos)

Equipo	Tasa de Fallas al año	Stock de Repuestos requerido al año			Costo Promedio (\$ de 2020)	Costos Anuales del Stock de Repuestos		
		Empresa Pequeña	Empresa Mediana	Empresa Grande		Empresa Pequeña	Empresa Mediana	Empresa Grande
		Numero de Usuarios				Numero de Usuarios		
		150	500	1.500		150	500	1.500
Paneles	0,13%	1	1	2	412.491	412.491	412.491	824.982
Baterías	0,33%	1	2	5	902.075	902.075	1.804.150	4.510.375
Inversores	0,33%	1	2	5	2.962.729	2.962.729	5.925.458	14.813.645
Reguladores	0,33%	1	2	5	1.660.375	1.660.375	3.320.750	8.301.875
Estructuras de Soporte de paneles Monopolo	0,13%	1	1	2	1.133.447	1.133.447	1.133.447	2.266.894
Estructuras de Soporte Aluminio	0,13%	1	1	2	1.800.561	1.800.561	1.800.561	3.601.122
Medidor	0,33%	1	2	5	394.019	394.019	788.038	1.970.095
Total Anual						9.265.697	15.184.895	36.288.988
Total Mensual						772.141	1.265.408	3.024.082

Fuente: Elaboración propia

4.3 LOGISTICA DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ENERGIA MEDIANTE SISFV

La logística de la prestación del servicio de energía mediante SISFV, está constituida por todos los recursos y apoyos necesarios para desarrollar con eficiencia las actividades básicas de la Comercialización y de la Generación. A continuación, se relacionan los conceptos de logística que se tienen en cuenta en el modelo de cálculo de costos AOM que desarrolla esta consultoría; la sumatoria de sus costos constituirá el costo AOM de la prestación del servicio mediante SISFV.

Tabla 3: Conceptos incluidos en la logística para la prestación del servicio

CONCEPTOS LOGISTICA PRESTACIÓN SERVICIO DE ENERGIA MEDIANTE SISFV
PERSONAL
ARRENDAMIENTO SEDE
MUEBLES Y ENSERES
HARDWARE
SOFTWARE
COMUNICACIONES
SERVICIOS PUBLICOS
TRANSPORTE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO
MANTENIMIENTO CORRECTIVO
PAPELERIA CAFETERIA Y ASEO
MATERIALES CRM Y E. CLIENTE
COMISIONES

CONCEPTOS LOGISTICA PRESTACIÓN SERVICIO DE ENERGIA MEDIANTE SISFV
VIAJES Y VIATICOS
SEGUROS
CARTERA INCOBRABLE
IMPREVISTOS
CONTRIBUCIONES ESPECIALES Y OTROS

Fuente: Elaboración propia

El número y el nombre los conceptos que constituyen la logística de la comercialización no están establecidos ni normalizados; los considerados en este modelo son los que el Consultor considera representativos e indispensables para la realización eficiente de las actividades de la prestación del servicio de energía mediante SISFV en Colombia. A pesar que los conceptos de logística que se necesitan son los mismos en cualquier región, el tamaño de la estructura cambiará de acuerdo con las características de la región donde operará el Prestador del Servicio, y se verá afectada por los Factores Inductores de Costos.

En el Modelo de Cálculo desarrollado en esta consultoría, los valores de los conceptos de la logística del AOM en la prestación del servicio de energía mediante SISFV, pueden ser modificados por el usuario del Modelo según la información de que se disponga, o de los criterios de eficiencia que se quieran aplicar; para el funcionamiento del Modelo de Calculo con que se ilustra este informe, los costos de los conceptos más importantes de la logística están soportados de la siguiente forma:

4.3.1 Personal

La estructura de personal administrativo y los valores correspondientes a la remuneración mensual se definió con base en el estudio desarrollado para CREG en 2017 por NELSON PARRA TRUJILLO: DETERMINACIÓN DE LA REMUNERACIÓN DE LOS GASTOS DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (AOM) PARA LAS DIFERENTES ACTIVIDADES QUE COMPONEN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONAS NO INTERCONECTADAS. Estas plantas de personal fueron revisadas y recalculadas para el personal de las cuadrillas de mantenimiento y de asistentes comerciales, con base en los requerimientos para desarrollar las actividades de la prestación del servicio mediante soluciones solares fotovoltaicas, para un número de Usuarios determinado y en una región específica, como se ilustra en el Modelo de Calculo. La planta de personal definida según los requerimientos del área de prestación del servicio, se remunera con los mismos salarios dicho estudio, en términos de veces del SMMLV; el valor se actualiza mediante el uso del SMMLV de 2020 en pesos de hoy

4.3.2 Arrendamiento sede

Para la estimación de costos de arrendamiento de las oficinas centrales de los prestadores del servicio de energía mediante soluciones solares independientes o concentradas, se debe resaltar que no hay datos disponibles de costos típicos de arrendamientos en las cabeceras municipales cerca de las áreas donde se estima se va a hacer la prestación del servicio mediante SISFV según PIEC. Para la estimación de costos el Consultor se basó en el informe de la muy reconocida firma Colliers International Colombia³ donde se reportan los resultados de un estudio de mercado para venta y arrendamiento de oficinas en Colombia, sin embargo los datos disponibles son solo para Bogotá, ;Medellín y Barranquilla, los cuales fue necesario extrapolar para obtener los costos aproximados de arrendamiento en las poblaciones donde posiblemente se ubicaran las oficinas centrales de los Prestadores de Servicios.

³ <https://www.larepublica.co/infraestructura/esta-es-la-oferta-y-precios-por-metro-cuadrado-para-oficinas-en-arriendo-en-el-pais-3074585>

Para la estimación del costo de arrendamiento se requiere el área de oficina según las necesidades de cada empresa. Algunas publicaciones dicen que el área requerida para una persona es de 7 m²⁴ mientras que otras estiman este valor en 14m²⁵ considerando las áreas comunes, de circulación, de descanso, de cafetería, sanitarios, etc. Para este estudio se tomará el promedio entre estos dos valores, esto es 10 m² por persona.

4.3.3 Hardware

El valor del Hardware que se requiere para realizar las actividades de la prestación del servicio de energía mediante soluciones solares fotovoltaicas se determinó con base en los costos de arrendamiento de los Laptops y Desktops y PDA's necesarios, según la planta de personal. El costo de arrendamiento de un computador personal incluyendo transporte al sitio, licencia, mantenimiento y seguros está en el mercado colombiano del orden de los \$300.000 pesos mensuales, según cotizaciones recibidas de más de tres proveedores. El arrendamiento es la modalidad preferida por los prestadores del servicio de energía mediante SISFV, debido a que con el arrendamiento se obtiene soporte técnico y mantenimiento preventivo especializado, en sitio o remoto. Siempre se tendrás acceso a la última tecnología del mercado. Se puede renovar o modificar en cualquier momento la infraestructura tecnológica TIC, se optimiza las compras de licenciamiento y se minimiza el riesgo de incumplir las normas de propiedad intelectual y derechos de autor. Además, se minimiza las inversiones de capital en activos no productores de renta y de altísima obsolescencia tecnológica y el IVA cancelado por el servicio es deducible de impuestos.

4.3.4 Software

Considerando el número de Usuarios que atienden las empresas Prestadoras del Servicio de energía mediante soluciones solares fotovoltaicas, se consideró que no es necesario disponer de un software especializado para el manejo de PQR's ni de los Mantenimientos, como normalmente se hace en las empresas prestadoras del servicio de energía en el SIN, cuyos mercados son de varios cientos de miles de usuarios. Para el tamaño de empresa que se trata en esta Consultoría, se considera suficiente un Software para el manejo de la Facturación el Recaudo y la Cobranza, con el apoyo para las otras actividades, de desarrollos in - House en Excel. Para determinar el valor de los costos del software requerido, el consultor se basó en la información suministrada por Excelec, desarrollador nacional de plataformas especializadas para el manejo de información comercial en la prestación del servicio de energía mediante SISFV, quien ofrece plataformas adecuadas para empresas pequeñas, medianas y grandes, con costos que están al alcance de los prestadores del servicio de energía según su número de Usuarios.

Según información suministrada por EXCELEC, los costos del software Versión EUDORA el manejo de la facturación recaudo u cobranza en la prestación del servicio de energía mediante SISFV en un Modelo de comercialización Pre pago es del siguiente orden:

Tabla 4: Costos de la plataforma de software por tamaño de empresa

MEDIDORES REGISTRADOS	PLATAFORMA EUDORA	EUDORA MÓVIL Y SINCRO
1 ~ 100	\$ 10.000.000	\$ 7.000.000
101 ~ 300	\$ 15.000.000	\$ 7.000.000
301 ~ 700	\$ 20.000.000	\$ 10.000.000

⁴ <https://skepp.com/es/blog/consejos/cantidad-de-metros-cuadrados-por-persona-que-necesitas-para-la-oficina>

⁵ https://cincodias.elpais.com/cincodias/2014/10/28/pyme/1414500383_553511.html

MEDIDORES REGISTRADOS	PLATAFORMA EUDORA	EUDORA MÓVIL Y SINCRO
701 ~ 5000	\$ 30.000.000	\$ 10.000.000
> 5001	\$ 30.000.000	\$ 10.000.000

Fuente: Elaboración propia

- Requiere de un Servidor y UPS por instalación
- Incluye licencia vitalicia por Operador de red limitada al número de medidores a registrar
- Se debe adquirir adicionalmente el Servicio de Soporte Técnico.

El costo mensual del Soporte Técnico remoto, es decir sin incluir costos de viaje al sitio es del siguiente orden:

Tabla 5: Costos de soporte técnico plataforma software

MEDIDORES	VALOR MES SOPORTE TÉCNICO
1 ~ 500	\$ 500.000
501 ~ 1000	\$ 700.000
1001 ~ 5000	\$ 1.000.000
5001 ~ 10000	\$ 1.500.000

Fuente: Elaboración propia

4.4 FACTORES INDUCTORES DE COSTOS EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO

Existen conceptos de costo de la logística para la prestación del servicio mediante SISFV, que son afectados por las condiciones y características de la Región o el área en la cual se desarrolla el servicio, dichos conceptos se denominan en este modelo como Inductores de costos. En este modelo se han considerados los dos aspectos más importantes de una Región o Área de Comercialización. Los Factores Inductores de costo son:

1. USUARIOS ATENDIDOS
2. FACTOR DE TRANSPORTE (SEGÚN DEPARTAMENTO Y MUNICIPIO EN EL QUE SE PRESTA EL SERVICIO)

4.4.1 Usuarios Atendidos

El número de Usuarios a atender en un área de comercialización es factor determinante en el tamaño de la estructura operativa, por tanto, define el tamaño de la empresa que se requiere para la prestación del servicio. El número de Usuarios define la estructura de personal y por consiguiente los conceptos que constituyen la logística para su funcionamiento; como el tamaño de la sede, los equipos de cómputo, comunicaciones y transporte, la capacidad de los software necesarios para apoyar la gestión comercial y por consiguiente sus costos.

Considerando el número de Usuarios, el modelo desarrollado para el cálculo de los costos AOM, clasifica las empresas en tres categorías, Empresa Grandes, Empresa Mediana, Empresa Pequeñas. A cada categoría se le asigna una planta de personal básica y una remuneración por su función, los cuales puede ser modificados a criterio de quien utilice el modelo de cálculo.

Para definir los tamaños de las Empresas en función de la cantidad de usuarios se empleó la información publicada en la resolución CREG 137 del 2020 sobre la cantidad de usuarios atendidos mediante soluciones solares individuales por departamento. La siguiente tabla presenta dicha información.

Tabla 6: Usuarios a ser atendidos con SISFV

DEPARTAMENTO	USUARIOS A ATENDER
Caquetá	3178
Vaupés	1555
Choco	1191
Córdoba	1095
Putumayo	1047
Vichada	977
Guajira	701
Casanare	647
Cesar	577
Guaviare	563
Magdalena	515
Meta	423
Arauca	296
Bolívar	200
Huila	189
Nariño	84
Sucre	75
Guainía	58
Amazona	6

Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla presenta las características de los grupos identificados. Los grupos se construyeron usando un método de agrupamiento llamado *kmeans*. Este método consiste en la partición de un conjunto de n observaciones en k grupos, utilizando como criterio de agrupación la distancia de cada observación al valor medio del grupo más cercano. Los resultados de los grupos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 7: Procesamiento de los datos de usuarios

Grupo	Observaciones	Promedio	Desviación	Min	Max	Rango	EMPRESA
1	6	1507	843	977	3178	Mayor a 1000	Grande
2	6	571	98	423	701	300 a 1000	Mediana
3	7	130	101	6	296	Menor a 300	Pequeña

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Factor de Transporte

La dificultad en el transporte en una región afecta los tiempos, los rendimientos y los costos de las actividades de campo de la Comercialización de energía. Para el modelo de cálculo de costos AOM mediante SISFV, el efecto de la dificultad para transportarse dentro de una región, se consideró como un factor multiplicador para los costos de transporte en general para todas las actividades que requieren desplazamientos hasta el sitio de los Usuarios..

El objetivo del Factor de Transporte por departamento, es reflejar de forma relativa la dificultad para transportar elementos en cada departamento del país. Para estimarlo, se calculó el costo de transporte promedio por departamento a los puntos de instalación desde el centro poblado más cercano y se normalizo con el costo promedio de los departamentos. La información utilizada corresponde a las ubicaciones del PIEC con viviendas sin servicio (VSS) que deben ser atendidos por SISFV. Para cada ubicación se calculó la distancia lineal al centro poblado más cercano. Posteriormente, el costo de transporte terrestre se calcula suponiendo una vía tipo 8 (Ver informe de transporte, producto 3). Como base de cálculo para el ejercicio, se supuso el transporte de una carga de referencia de 80 kg como

Tabla 8: Caracterización regional por impacto del transportes

PARAMETROS REGIONES POR DEPARTAMENTO CON NECESIDADES DE SISFV y FACTOR TRANSPORTE					
REGION	DEPARTAMENTO	ÁREA Km2	NECESIDAD SISFV	SISFV A INSTALAR 2021	FACTOR TRANSPORTE
1	SANTANDER	30.537	359	72	0,92
2	VAUPÉS	54.135	743	149	1,19
3	RISARALDA	4.140	62	13	0,86
4	GUAINÍA	72.238	1.544	309	1,32
5	CALDAS	7.888	249	50	0,81
6	QUINDÍO	1.845	68	14	0,69
7	ANTIOQUIA	63.612	3.291	659	0,90
8	VICHADA	100.242	5.293	1.059	1,52
9	GUAVIARE	53.460	3.071	615	1,14
10	CAUCA	29308	2206	442	0,94
11	CAQUETÁ	88965	7081	1417	1,13
12	ARAUCA	23818	2081	417	1,16
13	CASANARE	44640	4532	907	1,06
14	CHOCÓ	46530	6353	1271	1,23
15	META	85635	13743	2749	1,18
16	VALLE	22140	3941	789	0,93
17	BOYACÁ	23189	4554	911	0,70
18	CUNDINAMARCA	22633	4655	931	0,74
19	TOLIMA	23562	4922	985	0,90
20	SUCRE	10917	2348	470	0,90
21	ATLÁNTICO	3388	802	161	0,76
22	CESAR	22905	5514	1103	0,98
23	NARIÑO	33268	8046	1610	1,01
24	NORTE DE SANTANDER	21658	5313	1063	0,94
25	CÓRDOBA	25020	6976	1396	0,99
26	MAGDALENA	23188	8128	1626	1,06
27	PUTUMAYO	24885	9866	1974	0,97
28	BOLIVAR	25978	10405	2081	0,98
29	HUILA	19890	9817	1964	0,87
30	LA GUAJIRA	20848	30936	6188	1,22

Fuente: Elaboración propia

Estos inductores permiten caracterizar la dimensión del negocio y la dificultad asociada a la ubicación geográfica. Dicha caracterización se evidencia en los siguientes parámetros que surgen como consecuencia de seleccionar un municipio en el que se prestara el servicio.

- Distancia promedio entre las ubicaciones con usuarios y la cabecera municipal más cercana
- Cantidad de usuarios promedio por ubicación
- Factor de costos de transporte

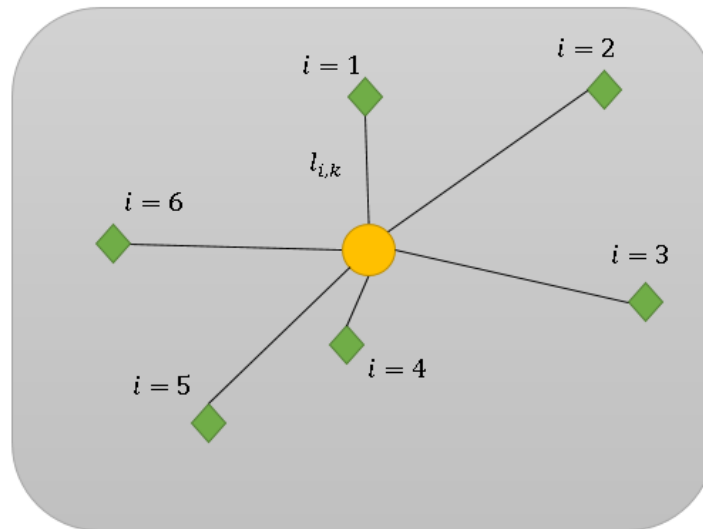
Los parámetros anteriores se estiman tomando como referencia las ubicaciones de las VSS reportadas en el PIEC, donde también se define el mercado de referencia en el que se llevaran a cabo la instalación de las futuras SISFV. Por lo anterior la información del PIEC es la mejor aproximación que se tiene para incluir el impacto de la dispersión de usuarios en la estimación de costos. El número de usuarios atendidos y la ubicación geográfica de un área de Comercialización impactan en forma alta el costo del AOM, tanto en la Comercialización como en la Generación de energía mediante SISFV. El impacto se evidencia en que modifican la estructura de personal necesaria para atender los Usuarios, afecta los rendimientos y costos de transporte para hacer la gestión comercial y el mantenimiento.

4.4.3 Estimación cuadrillas de técnicos para el Modelo de Costos

La estimación de cuadrillas se basa en calcular la relación entre las horas requeridas al año para cumplir con las actividades y las horas disponibles de una cuadrilla al año para llevar a cabo dichas tareas. Para tal fin, se debe calcular las horas totales de cuadrillas requeridas para atender las visitas de mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y las sesiones de educación del usuario. Para la estimación de los tiempos se toman en consideración los tiempos de las actividades de mantenimiento preventivos y correctivos, así como los tiempos para las sesiones de educación del usuario que se llevan a cabo junto con las visitas de mantenimiento preventivo para optimizar recursos y costos.

La duración de los desplazamientos de las cuadrillas se estima utilizando la información disponible en el PIEC de forma similar a como se usó en el Producto 3 (Ver informe Producto 3). El siguiente esquema ilustra cómo se caracteriza el área en la que se va a prestar el servicio a partir de los datos del PIEC, el área gris corresponde al área del municipio (k), el círculo amarillo representa la cabecera municipal del municipio y los rombos verdes (i) son ubicaciones con viviendas sin servicio (VSS). La cantidad total de ubicaciones (n) es diferente para cada municipio y depende de la dispersión de los VSS en el área del municipio. Con base en lo anterior, se estiman los siguientes parámetros que caracterizan la dispersión de los usuarios y su dificultad de transporte en términos de distancias (en el factor de transporte se caracteriza la dificultad de transporte en términos de costos).

Figura 3: Diagrama típico para la estimación de tiempos de desplazamientos



Fuente: Elaboración propia

La distancia promedio desde la cabecera municipal a una ubicación con usuarios se estima como el promedio de las distancias $l_{i,k}$ obtenidas a partir del PIEC.

$$l_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n l_{i,k}$$

Donde:

Variable	Descripción	Unidad
l_k	Distancia promedio desde la cabecera municipal a una ubicación con usuarios en el municipio k	km
$l_{i,k}$	Distancia desde la cabecera municipal a la ubicación con VSS i en el municipio k	km
n	Cantidad de ubicaciones con VSS en el municipio k	ubicación

Así mismo, el promedio de la cantidad de usuarios por ubicación en el cada municipio se calcula mediante la siguiente formula. La mejor

$$u_k = \frac{VSS_k}{UVSS_k}$$

Donde:

Variable	Descripción	Unidad
u_k	Cantidad promedio de usuarios por ubicación en el municipio k	usuarios/ubicación
VSS_k	Cantidad total de VSS en el municipio k	usuarios
$UVSS_k$	Cantidad de ubicaciones con VSS en el municipio k	ubicación

Los parámetros l_k y u_k son función del municipio seleccionado (k). Permiten estimar la cantidad de ubicaciones que se deben visitar para una cantidad de usuarios y una ubicación determinada. Como consecuencia se tienen las horas totales requeridas de la cuadrilla y la duración de esos desplazamientos. Para más detalles de la formulación ver MODELO COSTOS AOM.xlsx.

4.4.4 Estimación de Asistentes comerciales para el Modelo de Costos

El enfoque para calcular la cantidad de asistentes comerciales es similar al usado en la cantidad de cuadrillas. Se estima la cantidad de horas hombre requeridas para atender todas las tareas que hace el asistente comercial en un año y luego se divide por el número de horas disponibles de un asistente comercial para trabajar en un año. Para estimar la duración de las diferentes tareas se tuvo en cuenta la información histórica de PQR's de un prestador del servicio de energía en el Sistema Interconectado Nacional y los siguientes supuestos:

- La cantidad de pines de recarga comprados al mes en la sede de la empresa es el 50% de los usuarios
- Cada usuario recarga una vez al mes el SISFV
- La tasa de ocurrencia de PQRs al mes es de 5.6%, medida como la cantidad de PQRs en un mes sobre la cantidad de usuarios totales atendidos.

5 MODELOS DE COMERCIALIZACIÓN ENERGÍA MEDIANTE SISFV

Para la Comercialización de energía mediante soluciones solares fotovoltaicas concentradas o individuales, no se encontró en las experiencias internacionales un modelo desarrollado que considerara en su operación la calidad, la eficiencia y la sostenibilidad a largo plazo en la prestación del servicio; por esta razón, para el desarrollo del modelo de cálculo de costos AOM de esta consultoría nos basaremos en la experiencia Nacional. En Colombia solo existen dos

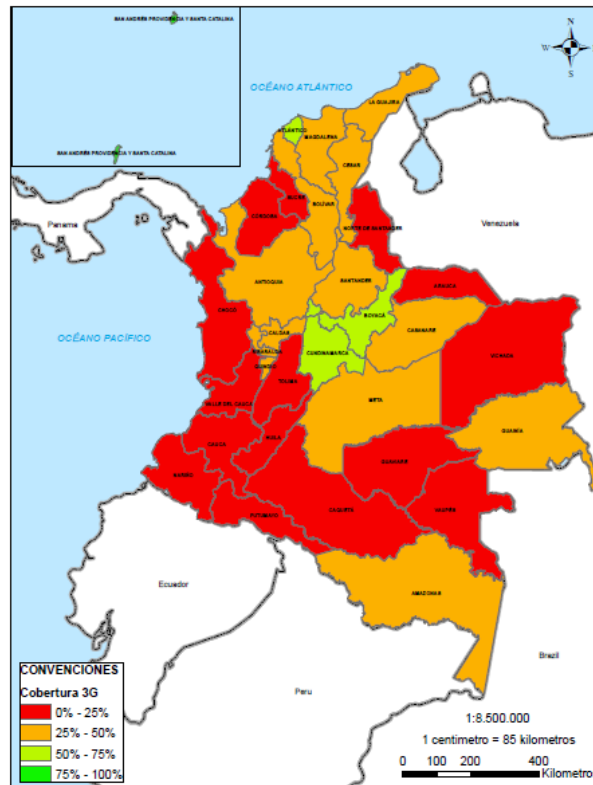
Modelo de Comercialización aplicables, el Modelo Prepago y el Modelo Pospago. Los dos modelos mencionados se diferencian básicamente en que en el Modelo Prepago no requiere la actividad de la Lectura del consumo y la Entrega de la factura, ni la de Suspensión y Reconexión asociados a la Cobranza. Esto afecta notablemente los costos del AOM de la Comercialización, especialmente en las zonas de mayor dispersión, con dificultades para el transporte, y alto riesgo de cartera.

5.1 MODELO DE COMERCIALIZACIÓN POSPAGO

El Modelo de Comercialización Pospago es el modelo tradicional para la Comercialización de energía en mercados urbanos y concentrados. En su desarrollo se realizan las cuatro actividades básicas de la Comercialización; Atención PQR's, Lectura y Facturación, Recaudo y Cobranza, y CRM y Educación del Cliente. Debido a la economía de escala y a que este Modelo de Comercialización se desarrolla en mercados concentrados y con facilidades de transporte, el costo de las actividades de Lectura y Facturación, Suspensión y Reconexión para la Cobranza, resultan viables financieramente para el Prestador del servicio y los Usuarios, a pesar de que aumenta el Riesgo de Cartera. Sin embargo, el Modelo Pospago no tiene viabilidad financiera, ni para el prestador del servicio ni para el usuario, cuando se implementa en zonas rurales alejadas de las cabeceras municipales de difícil gestión comercial, bajos niveles de comunicación, mercados dispersos, con alto riesgo de cartera y altos costos de transporte; como son las áreas en las cuales se trata de dar acceso a la energía, mediante soluciones solares fotovoltaicas independientes o centralizadas.

Con base en la información publicada por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el portal de datos abiertos. Se puede apreciar que en general la mayoría de departamentos cuenta con una cobertura entre el 0% y el 50% de los municipios, pero esta se limita a la cabecera municipal y sus cercanías; puede afirmarse, que, salvo contadas excepciones, en la zona rural el cubrimiento es menor al 25%. Esta limitación descarta por ahora la utilización de medidores para la Comercialización del servicio de energía mediante el Modelo Pospago en el tipo de regiones a las cuales se trata de facilitar el acceso a la energía mediante soluciones solares fotovoltaicas individuales o centralizadas.

Figura 4: Mapa con identificación de cobertura celular



Fuente: Elaboración propia

El desarrollo de nuevos contadores inteligentes y a la expansión del cubrimiento de las comunicaciones en Colombia, permite que el Modelo de Comercialización Pospago, sin lectura y facturación en sitio, pueda implementarse en algunas pocas zonas del país, con buen nivel de cubrimiento de las comunicaciones vía celular; sin embargo, debido a las características de las regiones y del mercado objetivo para la prestación del servicio de energía mediante soluciones solares fotovoltaicas independientes o centralizadas, no es el Modelo usado por los prestadores del servicio y no será considerado para el Modelo de Cálculo de esta Consultoría.

5.2 MODELO DE COMERCIALIZACIÓN PREPAGO

El Modelo Prepago de Comercialización de energía es un modelo reciente en el mercado mundial, resultado del avance tecnológico en el campo de los medidores. Nace como una innovación para controlar el consumo y fomentar el uso racional y eficiente de la energía; sin embargo, se impone en el mercado como herramienta de las empresas de energía eléctrica para reducir los costos de comercialización en zonas con mercados dispersos de difícil gestión, con alto riesgo de cartera y pérdidas de energía. En Colombia el Modelo de Comercialización Prepago se inicia formalmente con la Ley 812 del 2003, por la cual se aprobó el Plan Nacional de Desarrollo, y en la que se estableció que, de considerarse conveniente, el Gobierno podría autorizar la prestación del servicio domiciliario de energía, mediante el modelo de pago anticipado o Prepago;

El Modelo Prepago consiste básicamente en que el usuario paga anticipadamente la cantidad de energía que consumirá, ya sea como estrategia para controlar su consumo, o porque voluntariamente se acoge a la instalación del contador prepago, ofrecido por el Prestador del Servicio de energía, según las condiciones del mercado en el área de prestación del servicio. El usuario adicionalmente podría obtener reducciones en el costo del servicio, debido a la reducción de

costos en algunas actividades de la Comercialización de energía, como Lectura y Facturación, Suspensión y Reconexión y la reducción del Riesgo de Cartera.

Si existe el nivel de comunicaciones requerido, el medidor del Modelo Prepago, aparte de incentivar el uso racional y eficiente de la energía, facilitar al usuario el control de costo de la energía que consume, y reducir los costos de comercialización, permite la recarga remota, y recolectar información sobre la operación y comportamiento de consumo el usuario. La activación del suministro de energía mediante el sistema prepago se puede realizar directamente desde el centro de control del Comercializador, vía comunicaciones radio o celular; pero en caso de no existir un nivel de comunicaciones adecuado, la activación del suministro de energía se realiza mediante un PIN generado por el centro de recargas o la terminal portátil de recargas, que el Usuario ingresa al medidor. También existe la alternativa de tarjetas magnéticas que contienen el PIN que se adquiere para la activación del servicio y recogen información de la operación del sistema y comportamiento del Usuario, para luego y transmitirla en el proceso de recarga al Centro de Control del Prestador del Servicio.

El bajo cubrimiento de las zonas rurales por los sistemas de comunicaciones, La dispersión de los usuarios, el alto costo de la actividad de lectura y facturación, el riesgo de cartera, la vulnerabilidad del sistema a las pérdidas de energía y la inseguridad de algunas zonas; son razones determinantes para que los agentes privados que han incursionado en la Comercialización de energía mediante SISFV en Colombia, hayan iniciado su operación bajo un Modelo Prepago y sea el modelo de Comercialización que tiende a mantenerse en la prestación del servicio de energía mediante soluciones solares fotovoltaicas centralizadas o individuales.

6 MODELO DE CÁLCULO DE COSTOS AOM SERVICIO DE ENERGIA MEDIANTE SISFV

Los datos de entrada fundamentales del Modelo de Cálculo AOM para la Comercialización de energía mediante SISFV son el número de Usuarios a atender, el Área de atención (km^2), la Región del país, las visitas mantenimiento preventivo al año ofrecidas por el Prestador del servicio, los días del año en que se realizan visitas y el número de técnicos por cuadrilla. La parametrización del modelo de costos AOM permite la variación de cantidades y costos de los diferentes conceptos de la logística necesaria para realizar las actividades de Comercialización en la región determinada por los datos de entrada; además de incorporar el efecto de los Factores Inductores de Costos. El modelo plantea unos valores básicos resultado de la experiencia y criterios del consultor, pero estos pueden ser variados a criterio de quien utilice el Modelo de Cálculo para efectos de hacer sensibilidades y analizar el efecto de la variación de la cantidad o el costo de cualquier concepto de la logística de la Comercialización.

6.1 RESULTADOS MODELO CÁLCULO COSTOS AOM.

El modelo construido para el cálculo de los costos de cada actividad permite estimar sus costos tomando en cuenta las características particulares de cada sitio (inductores de costos) los cuales afectan los tiempos de desplazamientos, por cuenta de la dispersión y dificultades de transporte y dependiendo del número de usuarios a atender permite establecer el número de cuadrillas que se debe disponer para garantizar la prestación del servicio. De otro lado, esto de manera coherente afecta los costos de los recursos adicionales requeridos, esto es vehículos y las herramientas tecnológicas asociadas, etc. Es importante resaltar que el modelo permite estimar los costos para cualquier cabecera municipal utilizando el código DIVIPOLA. A continuación, se presenta una identificación de los datos de entrada del modelo

Tabla 9: Datos de entrada al modelo de cálculo AOM

DATOS DE ENTRADA	
Código DIMPOLA	41378
Numero de Usuarios	750
Visitas mantenimiento preventivo al año	2
Horas efectivas de trabajo al día	8
Técnicos por cuadrilla	2
Valor factura mes	\$ 244.734
Valor subsidio mes	\$ 237.412
Días ordinarios al año	296
Porcentaje días de indisponibilidad para trabajar en campo	10%
Días de vista al año	266
Region	HUILA
Factor Transporte	0,87
Técnicos Atención y Mto preventivo	2
Asistente Comercial	4

Fuente: Elaboración propia

Y con base en los procesamientos y cálculos del Modelo se tiene al final los costos de cada una de las actividades por usuario y por mes, como se presenta a continuación.

Tabla 10: Resultados principales del modelo de cálculo AOM

SALIDAS PRINCIPALES	
ACTIVIDAD DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO	\$/USUARIO.MES
ATENCIÓN PQR's	\$ 4.799
MEDICIÓN Y FACTURACIÓN	\$ 7.539
RECAUDO Y COBRANZA	\$ 20.139
CRM Y EDUCACIÓN USUARIO	\$ 7.432
MANT PREV	\$ 13.195
MANT CORR	\$ 12.235
STOCK DE REPUESTOS	\$ 5.920
COSTO TOTAL AOM COMERCIALIZACIÓN	\$ 39.909
COSTO TOTAL AOM GENERACIÓN	\$ 31.350
COSTO TOTAL AOM PRESTACIÓN SERVICIO	\$ 71.259

Fuente: Elaboración propia

6.2 COSTOS AOM COMERCIALIZACIÓN SERVICIO DE ENERGÍA MEDIANTE SISIFV

A continuación, se presenta el detalle de los diferentes ítems considerados para la estimación de costos de las actividades.

Tabla 11: Resultados detallados de costos para cada una de las actividades de AOM de Comercialización

CONCEPTO	COMERCIALIZACIÓN PREPAGO			
	ATENCIÓN PQR's	MEDICIÓN Y FACTURACIÓN	RECAUDO Y COBRANZA	CRM Y EDUC. USUARIO
PERSONAL	2.031.981	3.419.850	11.232.570	3.777.051
ARRENDAMIENTO SEDE	131.250	131.250	131.250	131.250
MUEBLES Y ENSERES	39.375	39.375	39.375	39.375
HARDWARE	530.000	530.000	2.030.000	530.000
SOFTWARE	-	667.333	667.333	-
COMUNICACIONES	42.500	42.500	42.500	42.500
SERVICIOS PUBLICOS	62.500	62.500	62.500	62.500
TRANSPORTE	-	-	-	230.015
MATERIALES LOGISTICA	101.563	101.563	101.563	101.563
COMISIONES	-	-	137.288	-
VIAJES Y VIATICOS	275.000	275.000	275.000	275.000
SEGUROS	56.250	56.250	56.250	56.250
CARTERA INCOBRABLE	137.288	137.288	137.288	137.288
IMPREVISTOS	191.267	191.267	191.267	191.267
STOCK DE REPUESTOS	-	-	-	-
COSTO TOTAL	3.598.973	5.654.175	15.104.183	5.574.058
COSTO POR USUARIO	4.799	7.539	20.139	7.432

Fuente: Elaboración propia

6.3 COSTOS AOM GENERACIÓN SERVICIO DE ENERGÍA MEDIANTE SISIFV

A continuación se presenta los resultados de costos para las actividades relacionadas con el AOM de la generación que están relacionados con los mantenimientos preventivos y correctivos junto con el gasto en el stock de repuestos

Tabla 12: Resultados detallados de costos para el AOM de Generación

CONCEPTO	GENERACIÓN		
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	STOCK DE REPUESTOS
PERSONAL	6.851.454	3.675.880	2.817.162
ARRENDAMIENTO SEDE	175.000	175.000	175.000
MUEBLES Y ENSERES	52.500	52.500	52.500
HARDWARE	972.303	307.697	240.000
SOFTWARE	-	-	-
COMUNICACIONES	56.667	56.667	56.667
SERVICIOS PUBLICOS	83.333	83.333	83.333
TRANSPORTE	690.045	3.037.933	-
MATERIALES LOGISTICA	135.417	135.417	135.417
COMISIONES	-	-	-
VIAJES Y VIATICOS	366.667	366.667	366.667
SEGUROS	75.000	75.000	75.000
CARTERA INCOBRABLE	183.050	183.050	183.050
IMPREVISTOS	255.022	255.022	255.022
STOCK DE REPUESTOS	-	772.166	-
COSTO TOTAL	9.896.457	9.176.332	4.439.818
COSTO POR USUARIO	13.195	12.235	5.920

Fuente: Elaboración propia

6.4 MODELO O HERRAMIENTA EXCEL

Como anexo a este documento se entrega un modelo en Excel que permite efectuar el calculo de los costos de AOM tanto para generación como para comercialización para cualquier sitio del país y para cualquier numero de usuarios, puesto que el numero de usuarios y los inductores de costos permite efectuar la estimación de los costos variables que depende de estas condiciones específicas.