

Propuesta de Trabajo de Grado: Evaluación para la Implementación de un Sistema Fotovoltaico en la Plaza de Mercado La Concordia

El presente documento ha sido elaborado por los estudiantes Yurbreiner Reinaldo Barajas López (código 2195109) y Juan Andrés Velandia Cárdenas (código 2201579), pertenecientes al programa de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander, como parte del proceso de formulación del trabajo de grado.

Nuestro propósito es presentar de manera clara y comprensible cuatro posibles alternativas relacionadas con la implementación de soluciones eléctricas en la Plaza de Mercado La Concordia, siendo el enfoque principal el uso de energía solar fotovoltaica como opción sostenible para suplir una parte de la demanda energética de la Plaza de Mercado La Concordia.

Cada alternativa se explica con sus respectivas ventajas, desventajas y posibles variaciones, de forma que la administradora de la plaza pueda revisar, comparar y seleccionar con una previa socialización a los dueños de los locales la propuesta que considere más adecuada para el desarrollo conjunto del proyecto. Este documento no solo tiene el objetivo de informar, sino también de servir como base de decisión y soporte ante los directivos académicos, demostrando que se han considerado diferentes escenarios técnicos antes de definir el alcance final del trabajo de grado.

Propuesta 1: Autoconsumo con excedente de energía vendida – Nueva frontera comercial

Actualmente, la Plaza de Mercado La Concordia cuenta con un transformador de 112.5 kVA, el cual está conectado a la red de distribución de energía. Según la normatividad colombiana vigente, para sistemas de autogeneración a pequeña escala (AGPE), se permite que la generación solar fotovoltaica no supere el 50% de la demanda máxima registrada, cuando se usa en el mismo punto de conexión.

Esta propuesta busca aprovechar ese margen legal mediante la instalación de un sistema fotovoltaico para autoconsumo, el cual alimente principalmente los locales comerciales de la plaza. Además, se plantea la posibilidad de que, si se produce un excedente de energía, este pueda inyectarse a la red y ser vendido al operador de red, generando ingresos adicionales para la plaza.

Para lograrlo, se requeriría establecer una nueva frontera comercial, es decir, un punto de medición eléctrica diferente al existente, que se registre ante el comercializador y operador de red, cumpliendo con todos los requisitos técnicos y legales.

Ventajas	Retos
Reducción de la factura eléctrica mensual.	Trámite y permisos técnicos ante el operador de red.
Posibilidad de generar ingresos por venta de excedente.	Inversión inicial alta en equipos y diseño.
Menor dependencia de la red pública.	Mantenimiento técnico periódico.
Imagen sostenible ante la comunidad.	Regulaciones estrictas para la inyección de energía.
Aporte ambiental por uso de energía limpia.	

Requisitos y pasos a seguir:

- Estudio de demanda real de la plaza.
- Diseño del sistema solar según RETIE.
- Estudio de conexión con ESSA u operador local.
- Medidor bidireccional registrado.
- Registro del sistema ante UPME.

- Firma de contrato con el comercializador.
- Inspección certificada y aprobación.

Propuesta 2: Generación distribuida en múltiples circuitos – Diversificación de inyección

Esta propuesta consiste en instalar un sistema solar fotovoltaico diseñado para inyectar energía a tres circuitos diferentes de la plaza, en lugar de concentrar toda la generación en un solo punto o transformador, supliendo hasta 56.25 kVA.

La idea principal es que, según la normatividad vigente, en cada circuito se puede inyectar hasta el 50% en cada circuito de la demanda máxima registrada, siempre que cumpla con las condiciones técnicas y reglamentarias. Al dividir estratégicamente la instalación, se aprovecha mejor la capacidad de generación, se logra un balance más eficiente y se evitan limitaciones técnicas por exceso de inyección en un solo punto.

Este enfoque también busca una distribución más equitativa del beneficio solar entre los distintos sectores o zonas de la plaza (por ejemplo: zona de carnes, frutas, comidas, etc.).

Ventajas	Retos
Menor riesgo de saturación del transformador principal.	Requiere diseño eléctrico detallado para varios puntos de conexión
Distribución equitativa del beneficio entre circuitos o sectores.	Costos más altos en cableado, protecciones y coordinación.
Reducción proporcional del consumo en cada zona conectada.	Mantenimiento técnico periódico.
Mayor resiliencia eléctrica: si un circuito falla, los otros siguen operando.	Más trámites con el operador de red, ya que hay más de una frontera técnica involucrada.

Como es una propuesta muy similar a la anterior, los pasos se parecen.

Requisitos y pasos a seguir:

- Caracterización eléctrica de cada circuito
- Estudio de conexión por cada punto de inyección.
- Diseño del sistema solar con inversores independientes o microinversores por circuito.
- Medidores por cada circuito si se va a vender excedente.
- Sincronización y protección coordinada en cada punto.
- Registro individual o agrupado del sistema ante UPME y operador de red.

Propuesta 3: Venta de energía bajo tarifa de bolsa – Centro generador con nivel 2

Esta propuesta plantea convertir a la Plaza de Mercado La Concordia en un centro generador de energía solar, con el objetivo principal de inyectar energía a la red eléctrica nacional y obtener ingresos mediante la venta en la bolsa de energía (XM – Mercado de Energía Mayorista).

Para lograrlo, la plaza deberá registrarse como Generador de Energía Distribuida o Generador Comercial, y para aumentar la rentabilidad del negocio, deberá realizar el cambio de nivel de usuario a Nivel 2, lo que permite establecer una nueva frontera comercial de generación con mejores condiciones tarifarias y contractuales frente al operador de red.

Este esquema va más allá del autoconsumo, y convierte a la plaza en un actor activo del mercado energético colombiano, con posibilidad de participar en mecanismos de comercialización, incentivos por generación limpia y beneficios de precio en bolsa.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas
Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones
Proyecto de Grado – Ingeniería Eléctrica

Ventajas	Retos
Ingresos directos por venta de energía solar a la red.	Requiere múltiples registros y autorizaciones (XM, UPME, operador de red, ASIC).
Acceso al precio de bolsa, que puede ser más alto que la tarifa regulada en ciertos horarios.	Inversión alta, no solo en el sistema solar, sino también en infraestructura, medición, comunicaciones y representación comercial.
Posibilidad de recibir incentivos tributarios y ambientales por generar energía renovable.	Requiere personal técnico capacitado o tercerización de la operación.
Visibilidad nacional como modelo de generación comunitaria urbana.	El precio de bolsa es variable y puede ser bajo en algunos momentos, afectando la rentabilidad.
Flexibilidad para establecer contratos bilaterales con comercializadores si se escalan capacidades.	

Requisitos y pasos a seguir:

- Estudio de factibilidad técnica y económica.
- Solicitud de cambio de nivel ante el operador de red.
- Registro como generador ante la UPME y XM.
- Diseño eléctrico y de protecciones conforme al RETIE, con sistemas SCADA y medición clase 0.2.
- Instalación de frontera comercial separada con medidor bidireccional de facturación.
- Representación comercial para participar en bolsa (puede ser tercerizada).
- Contratos de respaldo o seguros si se requiere.

Propuesta 4: Autogeneración individual por local – Modelo AGPE por iniciativa propia.

Esta propuesta propone que cada uno de los comerciantes o propietarios de los locales de la Plaza de Mercado La Concordia tenga la opción de convertirse en un Autogenerador a Pequeña Escala (AGPE). En este modelo, cada local instala su propio sistema fotovoltaico según su demanda energética particular, con el objetivo de reducir sus costos operativos y, si es posible, inyectar excedentes a la red eléctrica.

A diferencia de las propuestas anteriores (centralizadas), este enfoque descentraliza la gestión energética y empodera directamente a los comerciantes, quienes tomarían la decisión individual de generar su energía y establecer los trámites necesarios ante el operador de red.

Ventajas	Retos
Reducción directa en los costos de energía de cada local.	Responsabilidades del modelo AGPE.
Cada comerciante gestiona su consumo y generación.	Cada local debe hacer su proceso de registro, diseño y validación por separado.
No requiere intervención ni coordinación centralizada por parte de la administración de la plaza.	Aunque puede financiarse, requiere disposición y capital o acceso a líneas de crédito verde.
Cada sistema se adapta a la carga específica del local.	Espacio para todos.
Posibilidad de venta de excedentes si se cumplen los requisitos.	

Requisitos y pasos a seguir:

- Estudio de carga energética del local.
- Diseño del sistema fotovoltaico según RETIE.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas
Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones
Proyecto de Grado – Ingeniería Eléctrica

- Solicitud y aprobación del sistema por parte del operador de red.
- Instalación con certificación RETIE.
- Medidor bidireccional homologado.
- Registro del sistema ante UPME como AGPE.
- Firma de contrato con el comercializador si se venderá energía.

Cuadro comparativo de alternativas para la implementación del sistema fotovoltaico en la Plaza de Mercado La Concordia

Criterio / Propuesta	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3	Propuesta 4
Modelo	Centralizado	Semi-centralizado	Comercial-generador	Descentralizado
Inversión inicial	Media	Alta	Alta	Media (por local)
Reducción de costos de energía	Alta (por autoconsumo)	Alta (mejor distribución)	Alta	Alta (si el comerciante invierte)
Generación de ingresos por excedente	Sí (requiere nueva frontera)	Limitado (menor capacidad total)	Sí, por venta directa en bolsa	Sí, por local si se inyecta
Complejidad técnica	Media	Alta	Muy alta	Media
Gestión administrativa	Media (una frontera)	Alta (tres puntos)	Muy alta (XM, ASIC, UPME)	Baja (individual)
Trámites regulatorios	Crear nueva frontera comercial	Estudio de conexión por circuito	Cambio a Nivel 2, registro XM	Registro AGPE individual por comerciante
Requiere coordinación con operador de red	Sí	Sí	Sí (y con más exigencias)	Sí (por local)
Nivel de participación comunitaria	Media	Media-alta	Baja	Alta (decisión de cada local)
Espacio requerido	Medio	Alto (más paneles distribuidos)	Alto	Alto
Ventaja clave	Ahorro + ingresos por excedente	Ahorro + ingresos por excedente	Ingresos comerciales, visibilidad	Autonomía individual, flexibilidad
Desventaja clave	Requiere nueva frontera y coordinación	Costos y diseño más complejos	Riesgo financiero por volatilidad de bolsa	No todos los locales podrán hacerlo igual

En Colombia, múltiples experiencias demuestran que las propuestas de generación solar no son solo viables, sino altamente rentables. Por ejemplo, Lácteos La Esmeralda, en



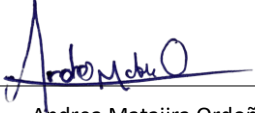
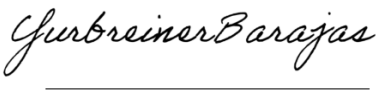
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas
Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones
Proyecto de Grado – Ingeniería Eléctrica

Cundinamarca, redujo un 36 % su factura eléctrica tras instalar un sistema de autoconsumo fotovoltaico de 669 kWp . En Huila, pequeños comercios lograron disminuir sus facturas entre 40 % y 60 %, ahorrando hasta \$400.000 COP por factura, gracias a paneles de apenas 3 kWp . Igualmente, el Centro Comercial Ventura Plaza (Cúcuta) cubre el 25 % de su consumo anual, genera casi 900 MWh por año, y prevé ahorrar \$3.500 millones COP en 20 años. Estas cifras ofrecen un respaldo sólido: ahorro en costos de energía entre 25 % y 60 %, ingresos por excedentes, e ingresos a mediano plazo a través de modelos como la venta en bolsa o PPA. Además, se fomenta la sostenibilidad ambiental y la innovación institucional, razones por las cuales cualquiera de las cuatro propuestas presentadas puede convertirse en un caso emblemático de éxito para la Plaza de Mercado La Concordia.

Luego de revisar las características, ventajas y retos de cada alternativa presentada, le solicitamos que por favor marque con una “X” la propuesta que considere más viable y adecuada para desarrollar en la Plaza de Mercado La Concordia, teniendo en cuenta el alcance técnico, económico y social explicado anteriormente.

Propuesta	Marcar con “X” la opción elegida
Propuesta 1: Autoconsumo con venta de excedente (una frontera comercial nueva)	<input type="checkbox"/>
Propuesta 2: Inyección distribuida en tres circuitos	<input type="checkbox"/>
Propuesta 3: Venta total a red bajo tarifa de bolsa	<input type="checkbox"/>
Propuesta 4: AGPE individual por local comercial	Opcion elegida

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Juan Andres Velandia Cardenas Estudiante de Ingeniería Eléctrica Código UIS: 2201579	 MANUEL J. ORTIZ R Manuel José Ortiz Rangel Director del Trabajo de Grado	Director(a) de plaza de mercado La Concordia  Andrea Matajira Ordoñez
 Yurbreiner Reinaldo Barajas López Estudiante de Ingeniería Eléctrica Código UIS: 2195109		