

DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE RACIONAMIENTO DE ELECTRICIDAD Y GAS NATURAL

Unidad de Planeación Minero Energética – UPME

Subdirección de Hidrocarburos

Marzo 3 de 2016

Agenda

1. Metodología

- Definiciones
- Marco conceptual
- Métodos y modelos
- Actividades

2. Recolección de Información

3. Costos de interrupción

- Electricidad
- Gas Natural

4. Modelo de Optimización

5. Curva de costos mínimos de racionamiento

6. Conclusiones



1. Metodología

Definiciones

Costo de interrupción: Es la disposición a pagar de un determinado tipo de usuario, para no enfrentar corte en un momento dado (franja y tipo de día)

Costo de interrupción: racionamiento: El costo económico medio que la sociedad le otorga al bienestar perdido durante un racionamiento (menor excedente del consumidor), depende directamente de la forma en que dicho racionamiento se realice.

Valor de la energía no servida:

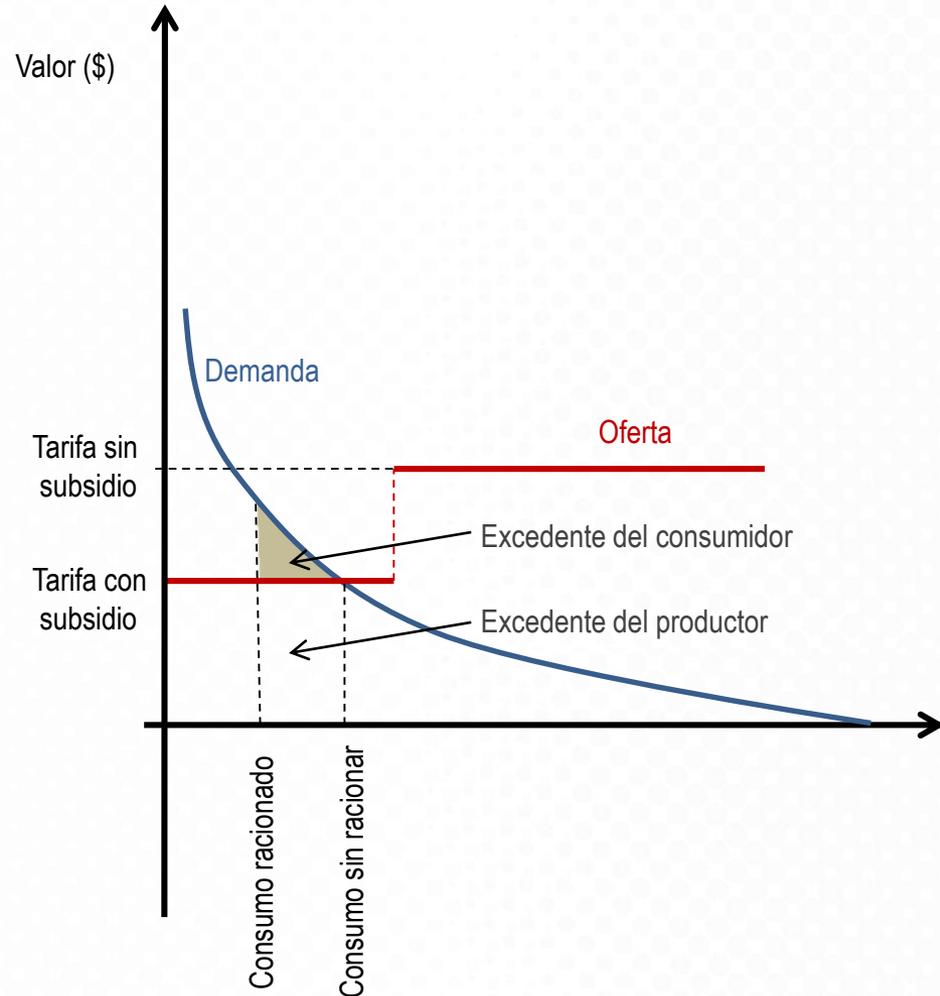
De un usuario: incluye el costo de interrupción más tarifa para dicho usuario.
De la sociedad: incluye el costo de racionamiento a un nivel de racionamiento dado más tarifa promedio del sistema.

1. Metodología

Marco Conceptual

La pérdida de bienestar por un racionamiento que experimenta el usuario es equivalente a la reducción en su excedente del consumidor.

La variación compensada: es la máxima cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar, o la mínima cantidad de dinero que está dispuesto a aceptar (DAA) por mantenerse en el nivel de bienestar inicial, luego de haber aceptado un cambio que lo favorece o perjudica.



1. Metodología

Métodos de cálculo

Función de daño

Calcula la producción perdida, o la valoración de otros perjuicios, por cada unidad de energético no servido.

Costo de Sustitución

Corresponde a la posibilidad de contar con generación de respaldo en el caso de la electricidad y de acceso a energéticos sustitutos en el caso del gas natural

Valoración Contingente

Estima el valor de bienes para los que no existe mercado. Con encuestas se estima la máxima cantidad de dinero que pagarían por el bien si tuvieran que compararlo, como hacen con los demás bienes.

Análisis Conjunto

Conjoint

Considera que las preferencias de los consumidores, o su valoración global del producto, se obtienen a partir de las puntuaciones individuales de cada atributo de tal manera que la suma de dichas puntuaciones individuales genera la valoración global

2. Recolección de Información

Tamaño de Muestra

Sector de consumo		Región					Total
		Andina	Bogotá y alrededores	Caribe	Central	Occidental	
Residencial	Estrato 1	113	122	111	98	111	555
	Estrato 2	112	113	111	115	111	562
	Estrato 3	112	129	102	107	111	561
	Estrato 4	99	101	100	100	100	500
Total Residencial		436	465	424	420	433	2178
Industrial	Grandes	12	83	33	76	49	253
	Medianas	26	139	27	123	60	375
	Pequeñas	66	178	60	223	98	625
Total Industrial		104	400	120	422	207	1253
Comercial y de Servicios		81	73	53	130	77	414
Total Muestra		621	938	597	972	717	3845

Con servicio de gas natural se encontraron 1733 hogares, 452 industrias y 80 empresas comerciales y de servicios

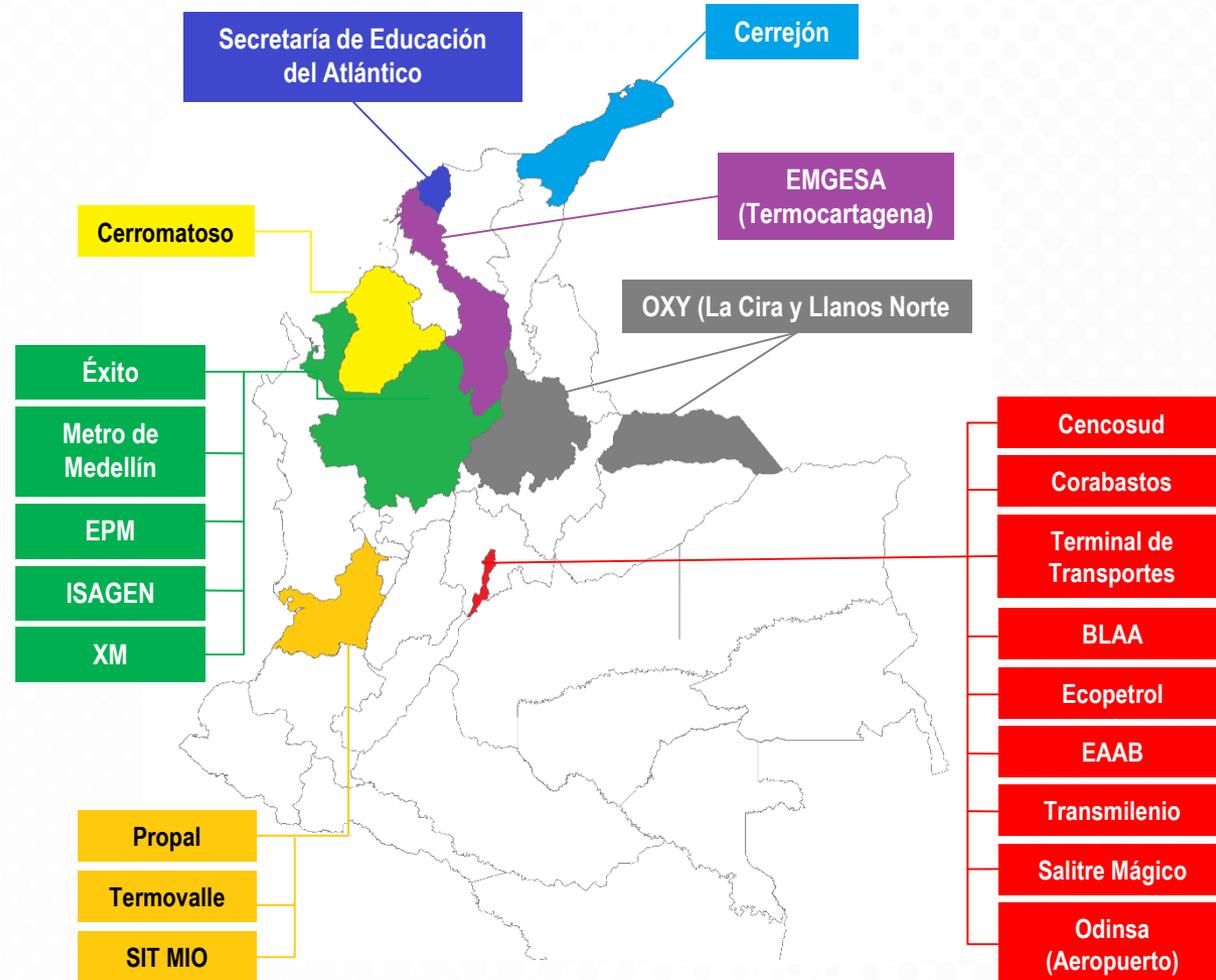
2. Recolección de Información

Encuesta

- Información general
- Usos de electricidad
- Equipos de respaldo
- Valoración contingente en electricidad
- Ordenamiento preferencias electricidad
- Corte no anunciado en electricidad
- Usos del gas natural
- Sustitución de gas natural
- Ordenamiento de preferencias gas natural
- Corte no anunciado en gas natural
- Caracterización

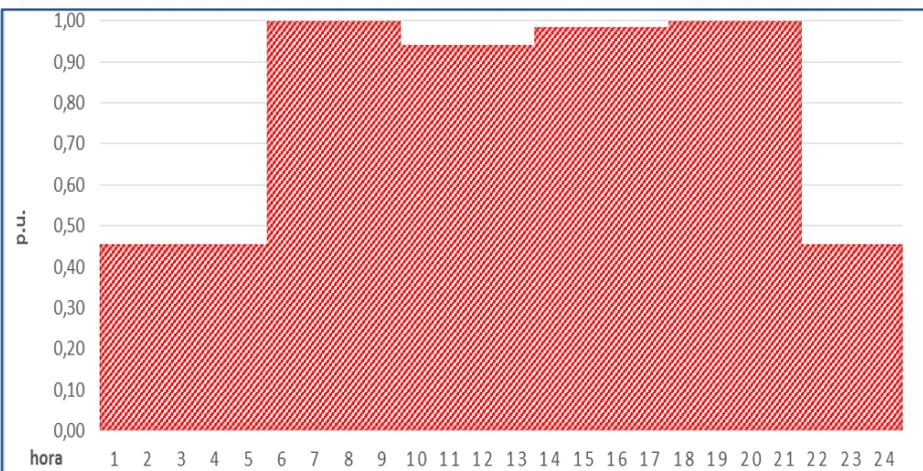
Según consumo un corte de un día tendría ahorro de \$X, si fuera avisado el corte la factura se aumentaría en \$Y.

- Preferiría que no le aumente la facture y que se realice el corte?
- Preferiría que le aumente la facture y que no se realice el corte? 1



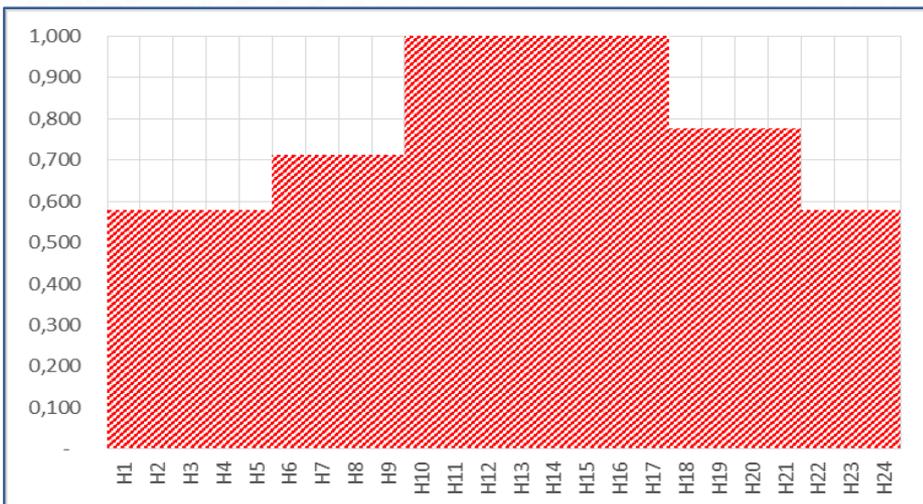
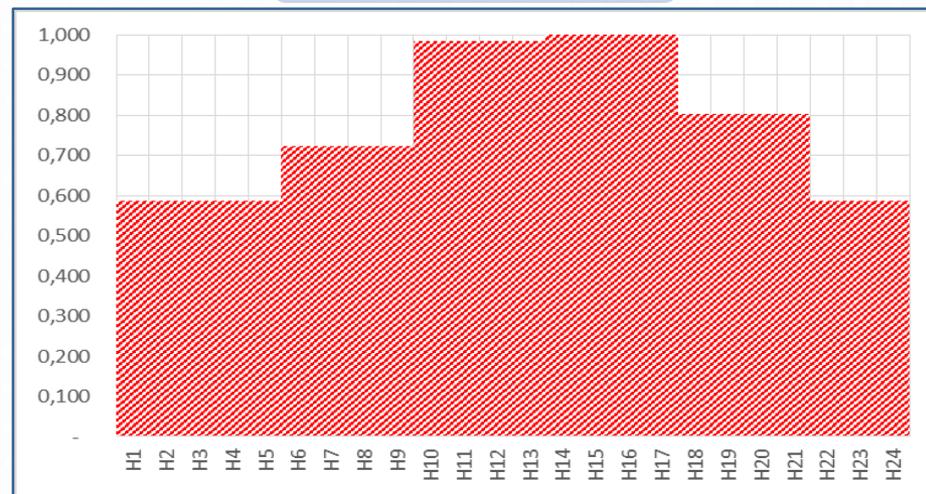
2. Recolección de Información

Curvas de carga electricidad



Hogares

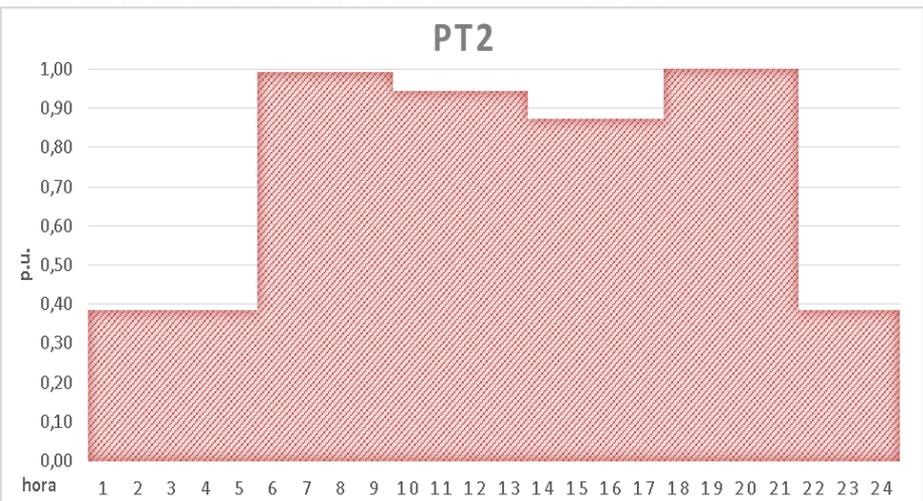
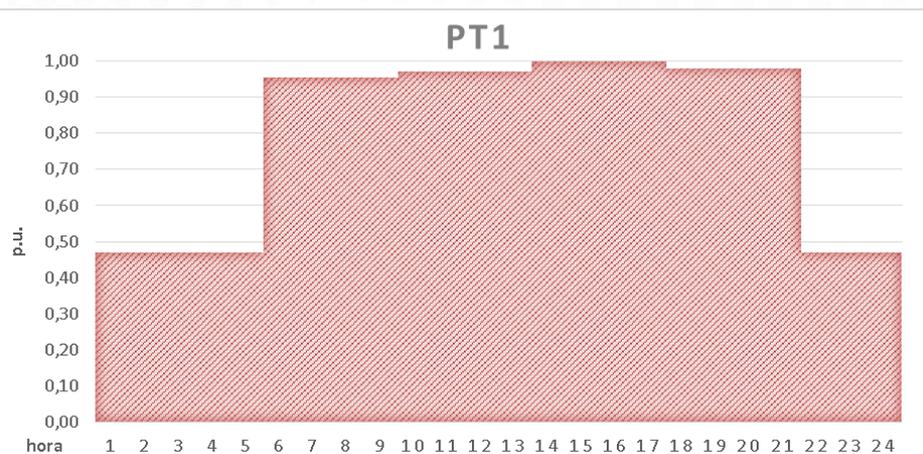
Comercio e Industria



Industria

2. Recolección de Información

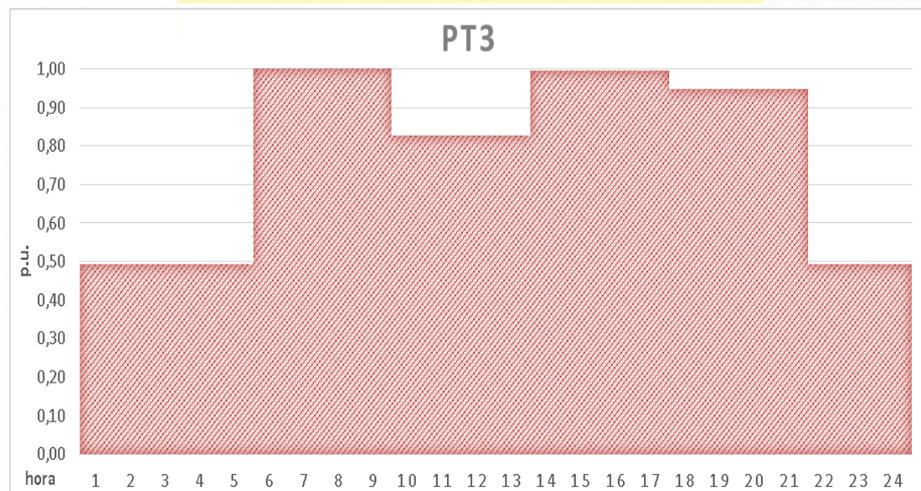
Curvas de carga electricidad



Hogares

Piso Térmico 1 (menor de 1,000 msnm)

Piso Térmico 3 (mayor a 2,000 msnm)

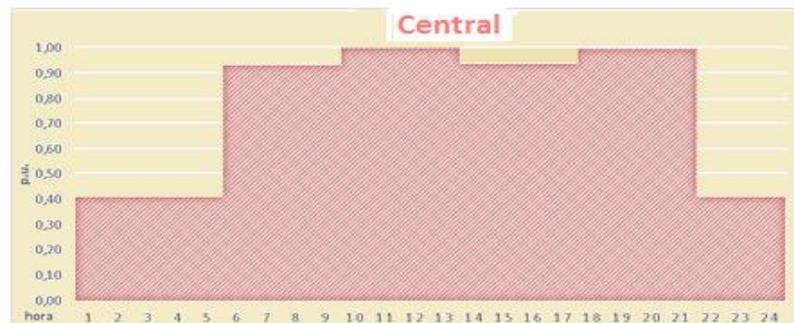
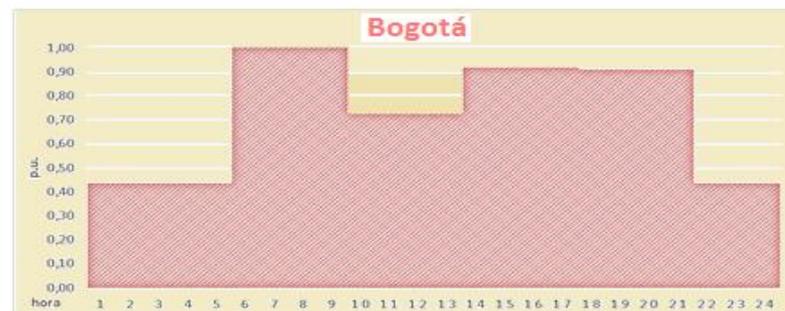
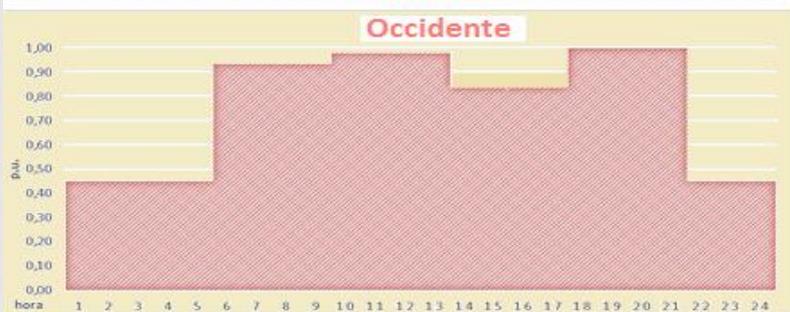
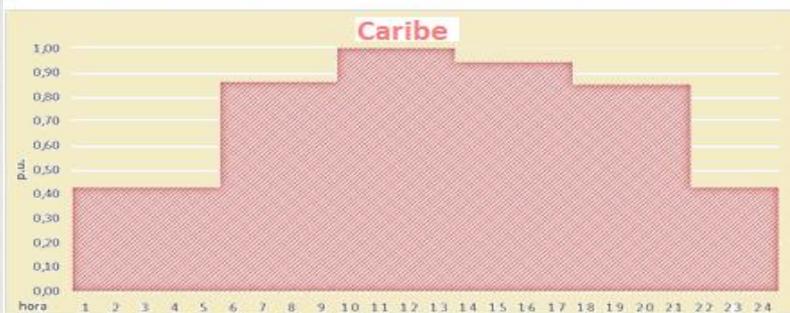
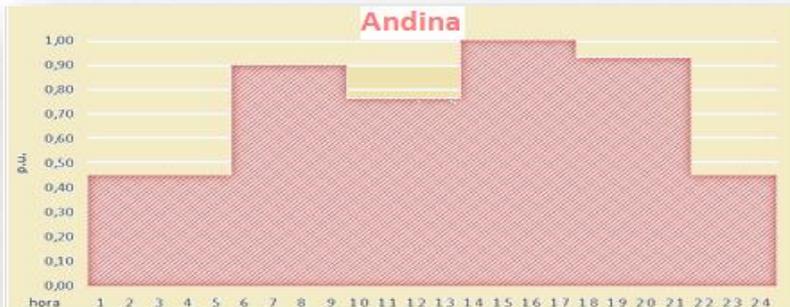


Piso Térmico 1 (entre 1,000 y 2,000 msnm)

2. Recolección de Información

Curvas de carga electricidad

Hogares



2. Recolección de Información

Curvas de carga gas natural - procedimiento

Por características del gas natural, la curva de carga se aplica por día, segmentada de Lunes a Jueves, Viernes, Sábado y Domingo

Se considera información recopilada en encuestas en sector residencial particularmente usos específicos por de día y en sectores no residenciales el número de horas laborales por tipo de día

A partir de estudios UPME como determinación del consumo final de energía en los sectores residencial urbano y comercial y determinación de consumo para equipos domésticos de energía eléctrica y gas y con base en resultados de la encuesta, se pudo establecer la curva de carga de gas natural para el sector residencial diferenciada por día

En industria y comercio con base en la encuesta se determina el número de horas que laboran por tipo de día, que es equivalente a la proporción en consumo de gas natural.

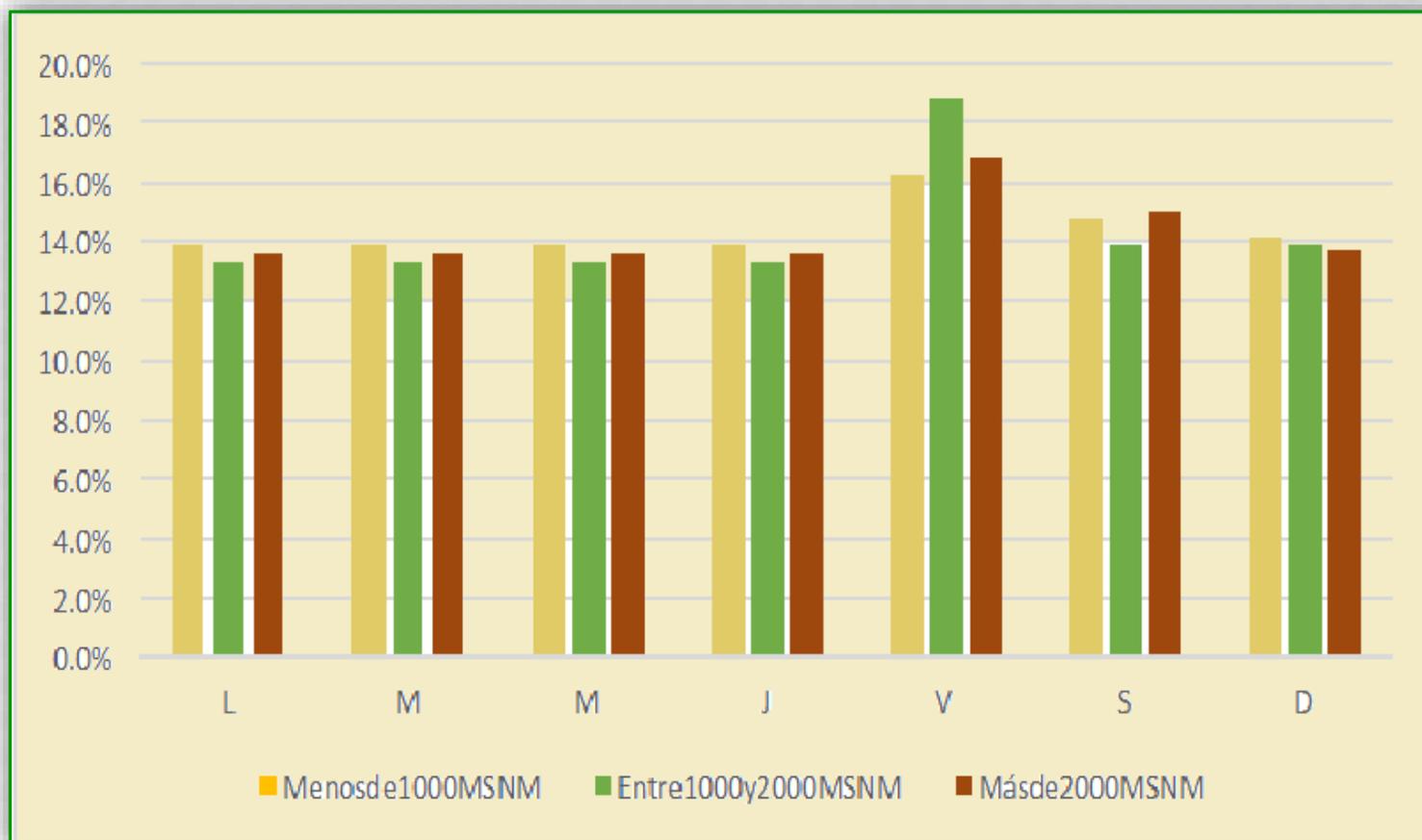


2. Recolección de Información

Curvas de carga gas natural

Hogares

Piso Térmico

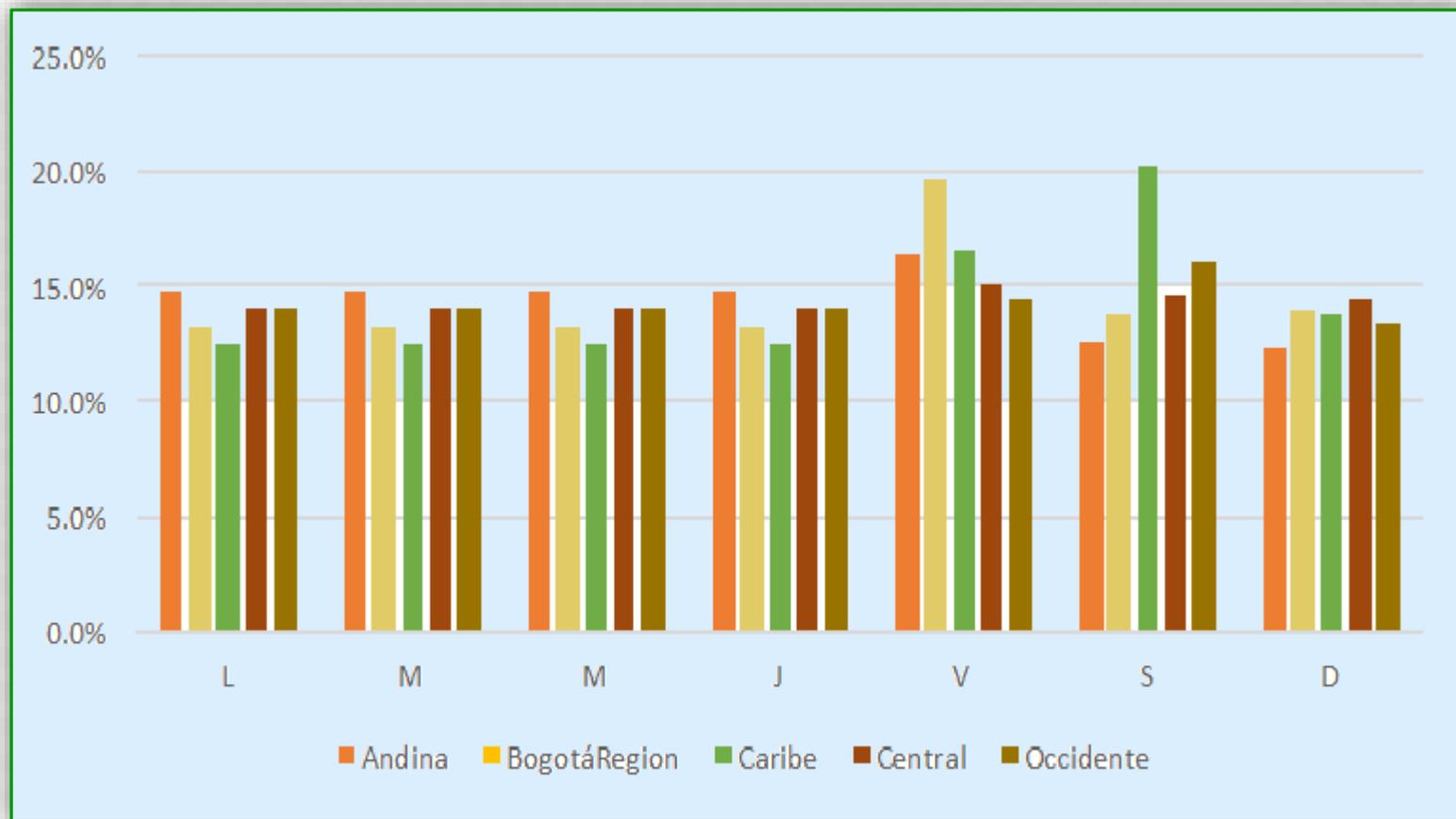


2. Recolección de Información

Curvas de carga gas natural

Hogares

Región

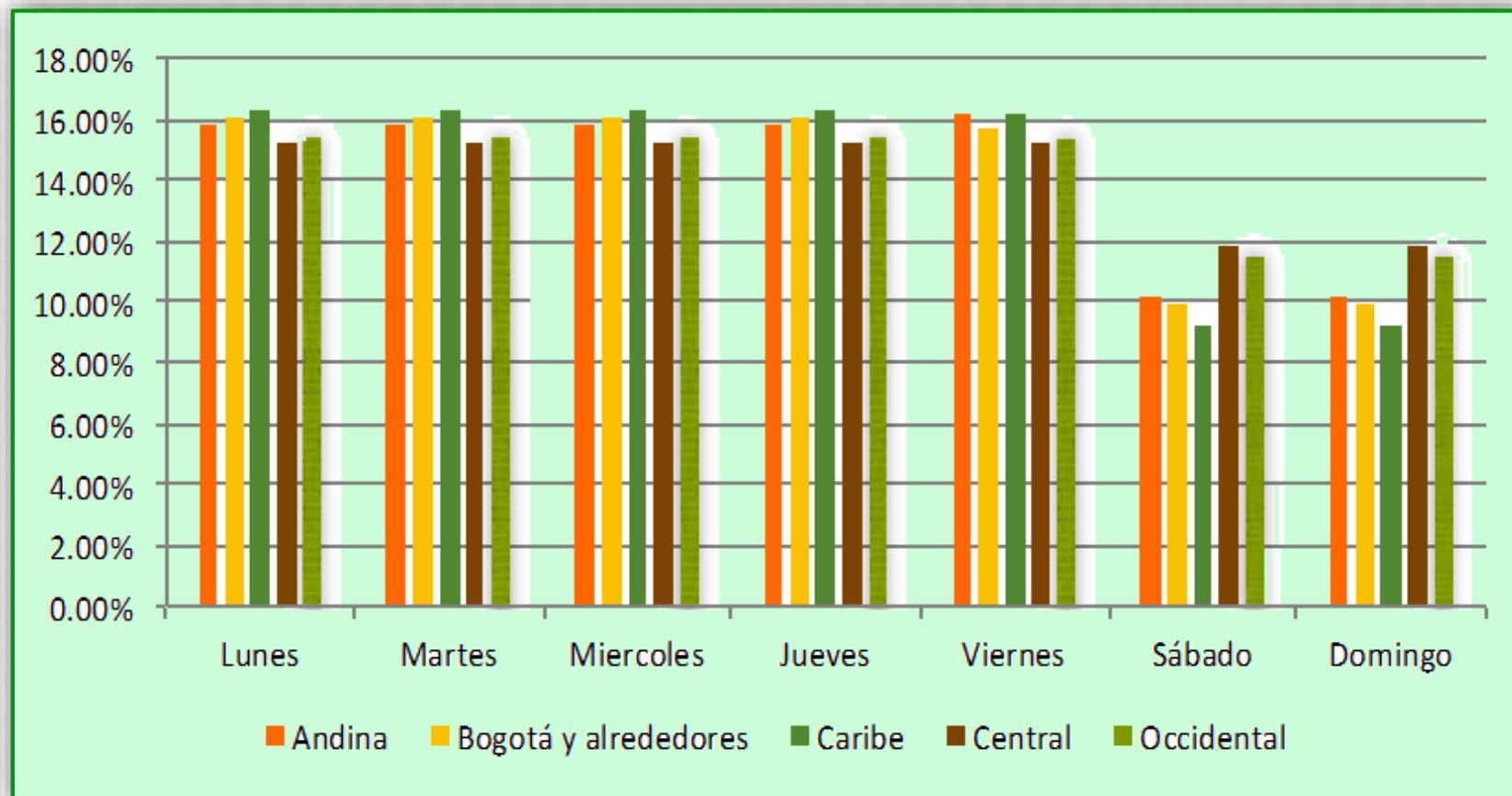


2. Recolección de Información

Curvas de carga gas natural

Industria

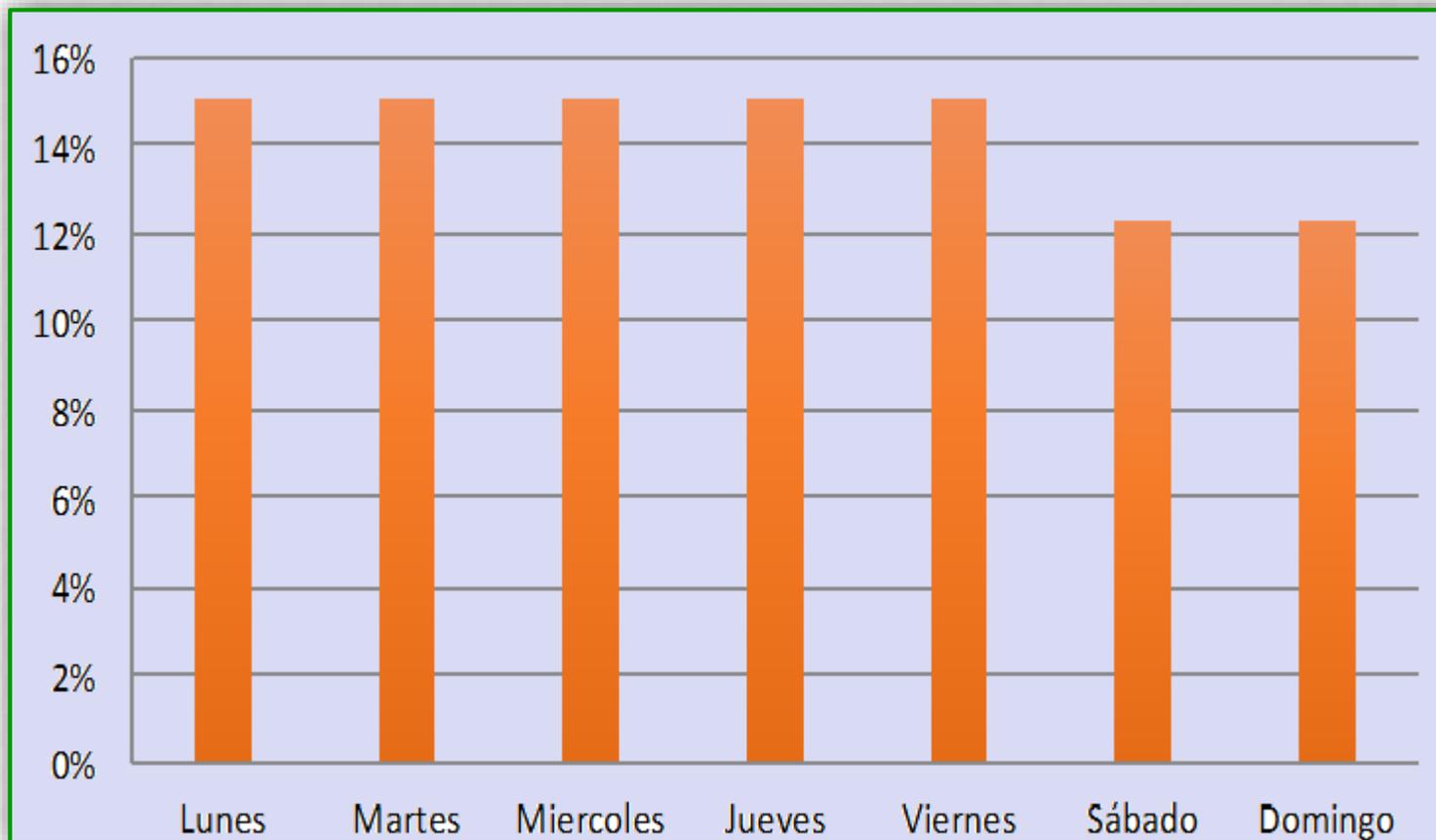
Región



2. Recolección de Información

Curvas de carga gas natural

Comercio y Servicios

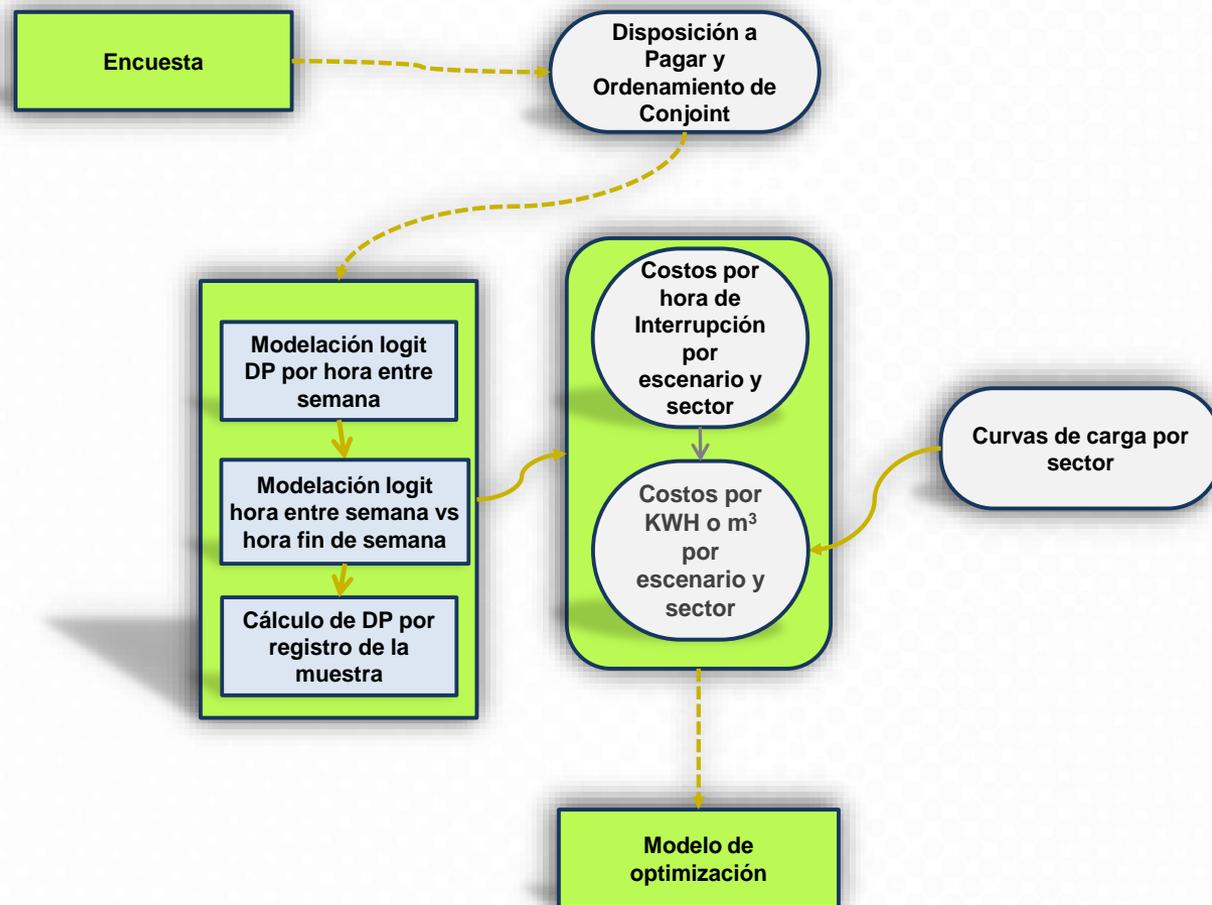


3. Costos de interrupción

Metodología

Valoración Contingente:

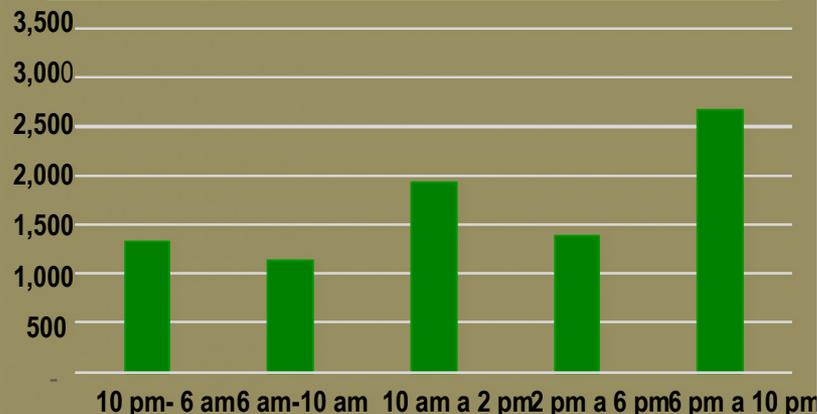
- Encuesta a usuarios disposición a pagar para evitar un racionamiento durante un escenario de corte.
- Aplicar método de referéndum en dos etapas.
- Calcula costo medio con un modelo logit con características de racionamiento y valor propuesto al entrevistado como variables explicativas.
- Incluye variable para definir si acepta en la primera o segunda pregunta.
- Calcula costo de interrupción (valor de la disposición a pagar cuando es indiferente para usuario pagar o ser racionado) en cada escenario de corte y sector de consumo



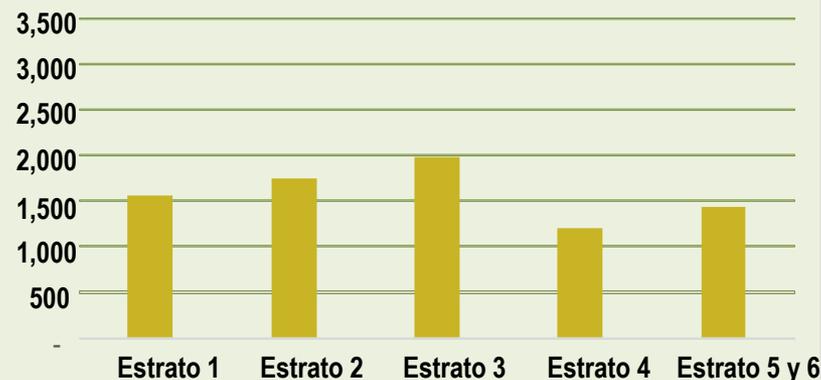
3. Costos de interrupción

Electricidad

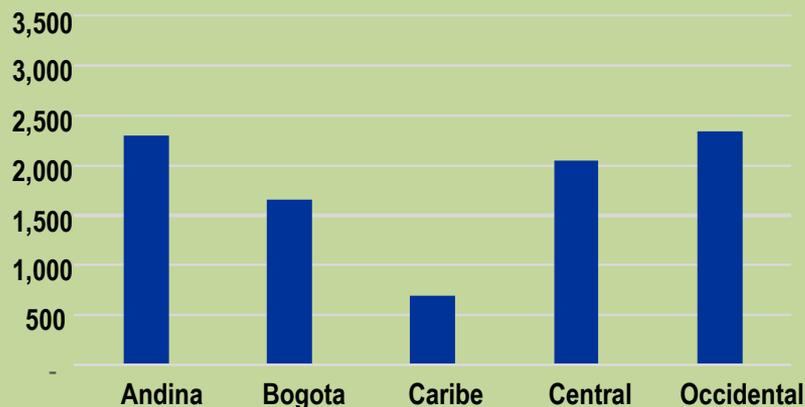
Costo de interrupción residencial (\$/kWh) según franja



Costo de interrupción residencial (\$/kWh) según estrato



Costo de interrupción residencial (\$/kWh) según región

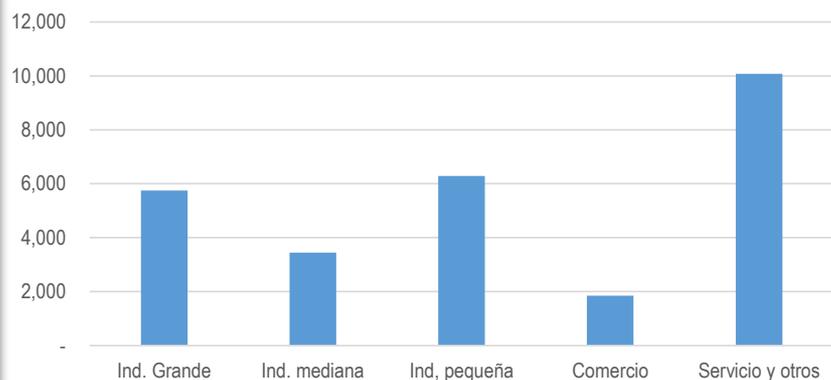


- La franja con mayor costo de interrupción es la de 6pm a 10pm y la de menor costo es la de 6am a 10am
- La región caribe tiene una significativa menor disponibilidad a pagar. Este resultado está asociado a los niveles actuales de calidad del servicio.
- Los estratos 4,5 y 6 tienen una menor disponibilidad a pagar que los tres primeros estratos.

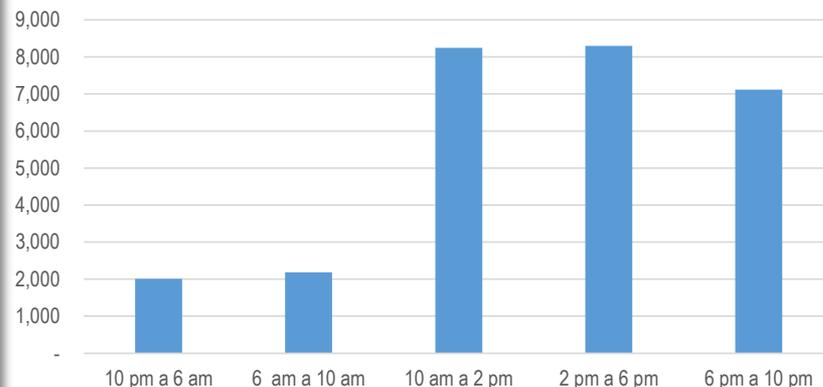
3. Costos de interrupción

Electricidad

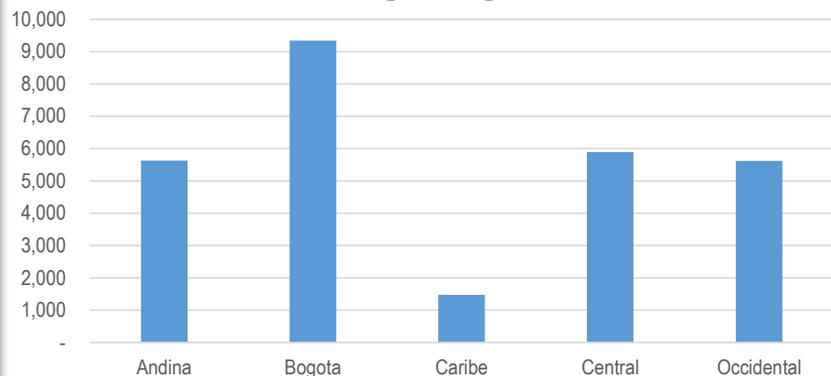
Costo de interrupción no residencial (\$/kW-h) según sector de consumo



Costo de interrupción no residencial (\$/kW-h) según franja horaria



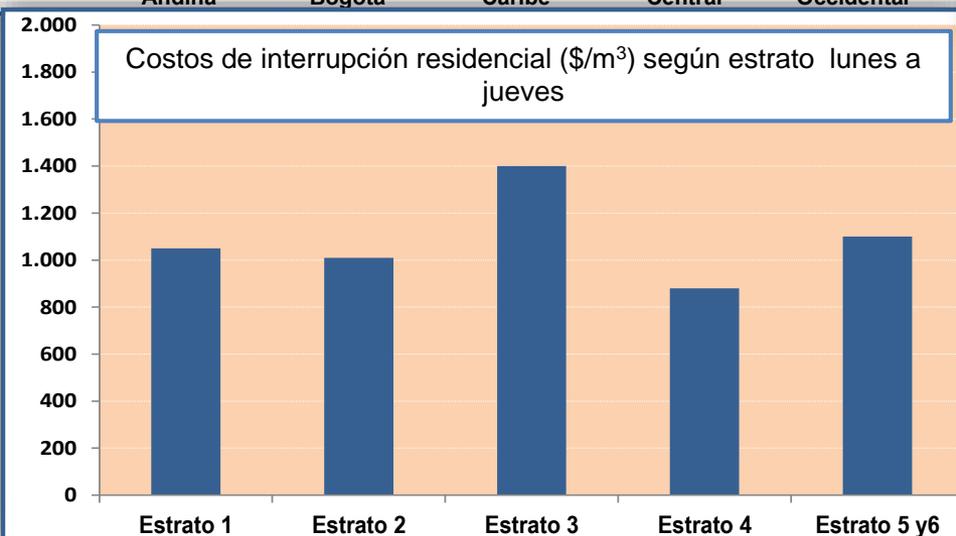
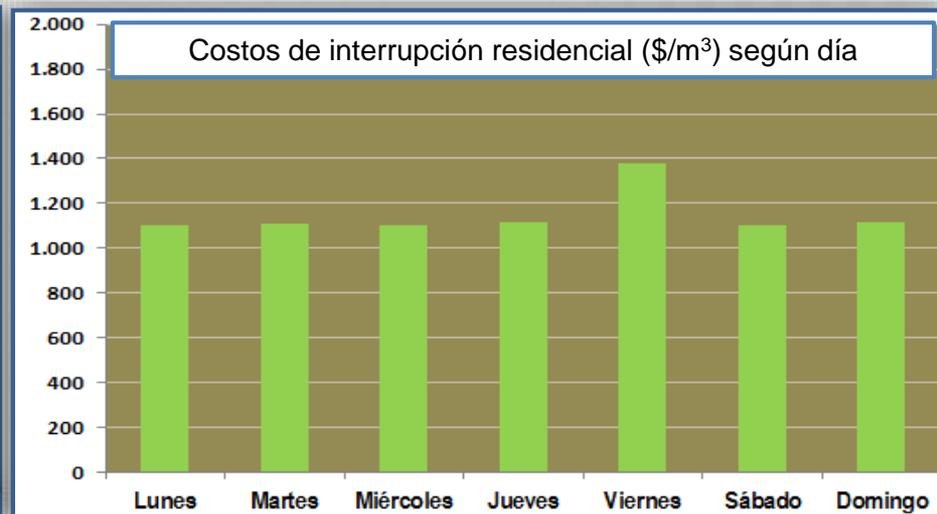
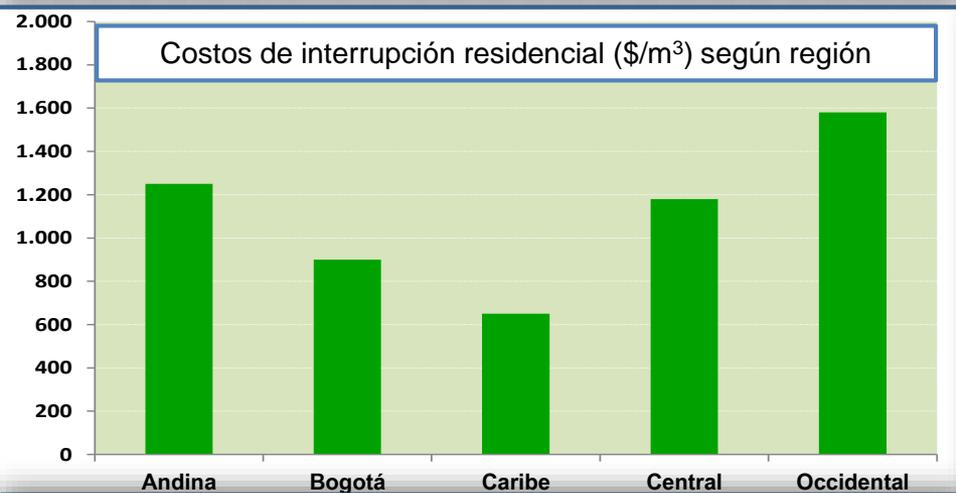
Costo de interrupción no residencial (\$/kW-h) según región



- El costo de interrupción durante el día se relaciona con los turnos de trabajo existentes
- La región caribe tiene una significativa menor disponibilidad a pagar.
- El costo del producto perdido y la reducción de ventas es alto en empresas grandes y las pequeñas tiene menores posibilidades de respaldo y los costos del respaldo son mayores.

3. Costos de interrupción

Gas natural

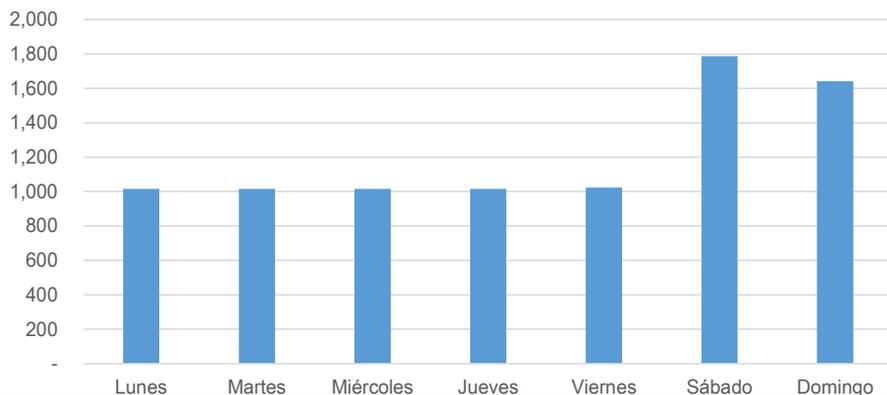


- Aunque el estrato 3 muestra una disponibilidad más alta que los otros, en conjunto las diferencias no son estadísticamente significativas
- La región Caribe muestra menor disponibilidad a pagar.
- Los sábados y domingos muestra una disponibilidad a pagar similar a la del lunes a jueves y el viernes una un poco mayor

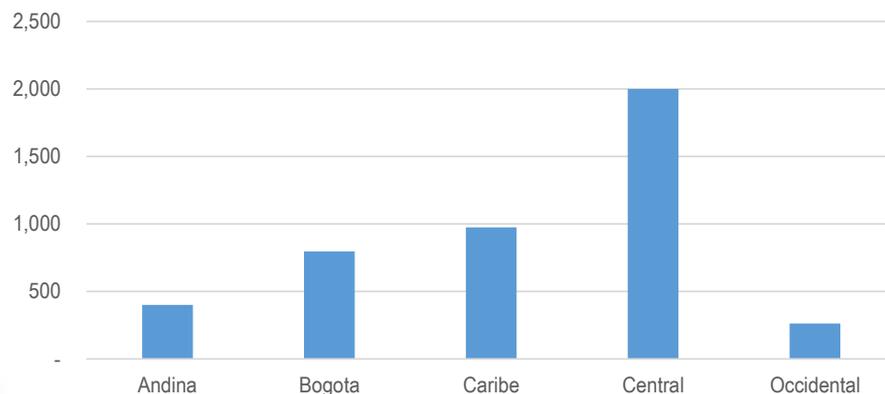
3. Costos de interrupción

Gas natural

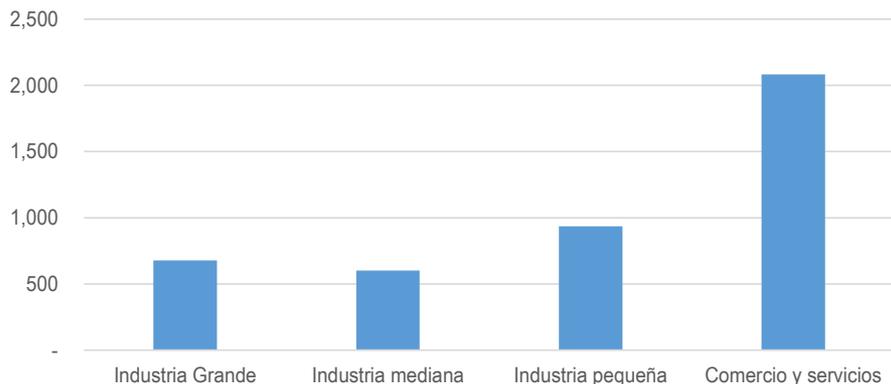
Costos de interrupción no residencial (\$/m³) según día



Costos de interrupción no residencial (\$/m³) según región de lunes a jueves



Costos de interrupción no residencial (\$/m³) según tamaño de industria de lunes a jueves



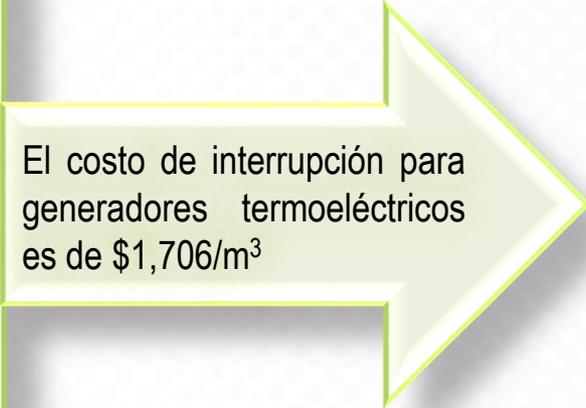
- El costo de interrupción es mucho más alto para el sector comercial que para el sector industrial
- La región central muestra una disponibilidad a pagar mucho mayor que las otras.
- En cuanto a días de la semana el día viernes muestra una menor disponibilidad a pagar, y el fin de semana resulta muy importante especialmente para el sector comercial.
- El costo de una interrupción no anunciada tiene un factor de 2,14

3. Costos de interrupción

Metodología

Generadores térmicos

- Entrevistas (Trámite de instrumentos).
- Identificación de los costos ocasionados:
 - Derrateo de capacidad
 - Inversiones en facilidades
 - Sobrecosto Operativos:
 - a. Combustible
 - b. Costos de Operación y mantenimiento
- Valoración de los costos
- Sobrecosto por kWh (COP 434)
- Sobrecosto por m3 (COP 1,708.8)



El costo de interrupción para generadores termoeléctricos es de \$1,706/m³

4. Modelo de optimización

Con energía demandada y costos de interrupción de cada sector, en cada región para cada escenario de corte, se calcula esquema de cortes que genera menor impacto económico. Cada punto de la curva de costos de racionamiento se obtiene corriendo modelo de programación lineal que :

- Fija el nivel de racionamiento deseado.
- Minimiza el costo total de racionamiento.
- Encuentra la distribución de tiempos de corte más apropiada de acuerdo con costo de interrupción de cada sector en cada escenario de corte.
- Restringe el tiempo máximo que un sector de consumo puede ser racionado durante la semana, en proporción al tamaño del racionamiento

$$\text{Min } \sum_{ik} cT_{ik} = \sum_{ik} (\varepsilon_{ik} * CU_{ik}) * T_{ik}$$

Sujeto a

$$\sum_{ik} \left(\frac{\rho_{ik}}{\tau_{ik}} * T_{ik} \right) = rd$$

$$T_{ik} < \tau_{ik}$$

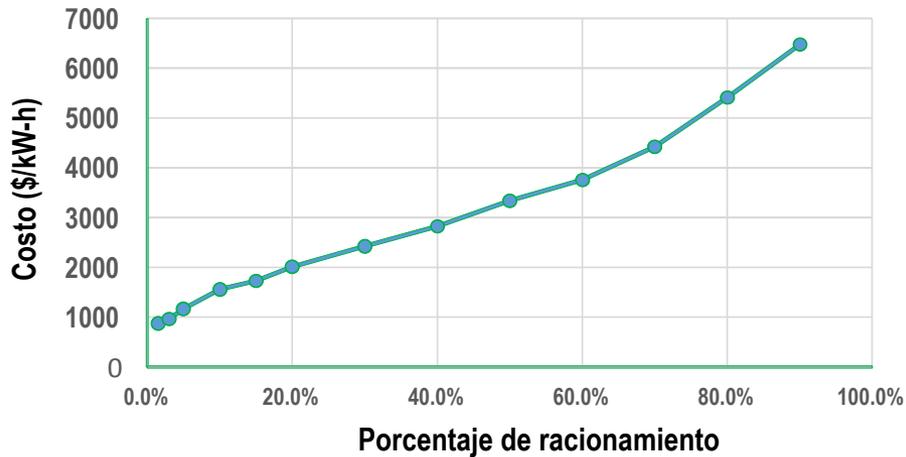
$$\sum_{ik} T_{ik} < T_{mx}$$

$$T_{ik} \geq 0$$

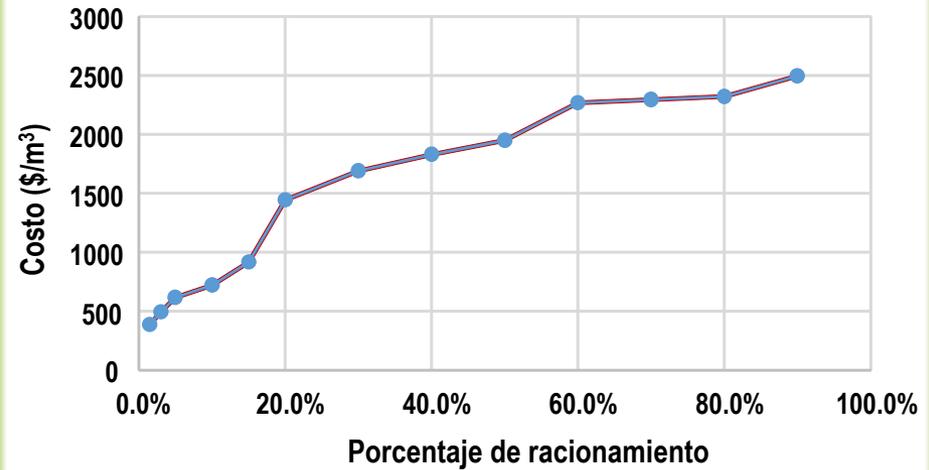
- En racionamientos de menor tamaño se usa la efectividad calculada con la encuesta cuanto a días de la semana el día viernes muestra una menor disponibilidad a pagar, y el fin de semana resulta muy importante especialmente para el sector comercial.
- El costo de una interrupción no anunciada tiene un factor de 2,14

5. Curva de costos mínimos de racionamiento

Costo racionamiento de electricidad



Costo racionamiento de gas



La curva representa el costo promedio que tendrían los cortes necesarios para alcanzar cada proporción de racionamiento, bajo un esquema óptimo (de mínimo costo)

Si se desea estimar valor de la energía no servida en un racionamiento, se debe determinar el tamaño esperado del racionamiento y al costo de la curva sumar la tarifa media del energético.

GRACIAS

www.upme.gov.co



@upmeoficial



Upme (Oficial)



MINMINAS

