



**Comisión de Regulación
de Energía y Gas**

**REGLAMENTO DE LA SUBASTA DE
SOBRE CERRADO PARA GPPS
-ANÁLISIS DE COMENTARIOS-**

**DOCUMENTO CREG-032
10 DE ABRIL DE 2008**

**CIRCULACIÓN:
MIEMBROS DE LA COMISIÓN DE
REGULACIÓN DE ENERGÍA Y
GAS.**

REGLAMENTO DE LA SUBASTA DE SOBRE CERRADO PARA GPPS -ANÁLISIS DE COMENTARIOS-

CONTENIDO

1. ANTECEDENTES.....	43
2. ANÁLISIS DE COMENTARIOS.....	43
2.1 Comentarios Comunes	44
2.1.1 Subasta Dinámica	44
2.1.2 Cantidad Mínima	45
2.1.3 Regla de desempate	47
2.1.4 Publicación de Información.....	47
2.1.5 De la Subasta a GPPS	48
2.2 Aclaraciones.....	49
3. BIBLIOGRAFIA.....	50
ANEXO.....	51
ANÁLISIS DEL PROCESO DE OPTIMIZACIÓN PARA ASIGNACIONES A PLANTAS GPPS	51

TABLAS

Tabla 1. Resumen de Comentarios	43
---------------------------------------	----

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Cantidad Mínima Anual	46
Ilustración 2. Cantidad Mínima Acumulada.....	46

REGLAMENTO DE LA SUBASTA DE SOBRE CERRADO PARA GPPS -ANÁLISIS DE COMENTARIOS-

1. ANTECEDENTES

Mediante la Resolución CREG-021 de 2008, la Comisión publicó para comentarios el proyecto de resolución por la cual se adopta el Reglamento de la Subasta de Sobre Cerrado para participantes con Plantas y/o Unidades de Generación con Período de Construcción Superiores al Período de Planeación de la subasta del Cargo por Confiabilidad (GPPS), tal como lo contemplaba el Artículo 31 de la Resolución CREG-071 de 2006.

Una vez cumplido el plazo para comentarios, se recibieron de las siguientes empresas: Emgesa (E-2008-002285), Gecelca (E-2008-002356), Acolgen (E-2008-002366), Isagen (E-2008-002286), EPM (E-2008-002157) y XM (E-2008-002170).

2. ANÁLISIS DE COMENTARIOS

Para el análisis de los comentarios se procedió a su organizaron por temas, encontrándose como resultado lo presentado en la tabla 1.

	Subasta Dinámica	Cantidad Mínima	Regla Desempate	Publicación Información	Subasta a GPPS	Aclaraciones
EMGESA		X	X	X	X	X
GECELCA		X				X
ACOLGEN	X	X	X	X		X
ISAGEN		X				X
EPM	X					X
XM			X			X

Tabla 1. Resumen de Comentarios

Teniendo en cuenta lo anterior, el análisis se acomete en dos (2) niveles: i) Comentarios Comunes, corresponde a temas frecuentes señalados en las comunicaciones y en reuniones con los agentes y ii) Aclaraciones, se refiere a aclaraciones a algunos de los temas planteados en el proyecto de resolución en consulta.

2.1 Comentarios Comunes

2.1.1 Subasta Dinámica

Comentario

El comentario señala que las subastas dinámicas, tal como la de reloj descendente, es el mecanismo más apropiado para hacer la asignación de Obligaciones de Energía Firme - OEF- a plantas GPPS cuando la cantidad ofrecida es mayor a la máxima cantidad asignable.

Se considera que este es un mecanismo más eficiente para la formación de precios porque:

- Permite revelar información a los participantes y paulatinamente llegar al precio óptimo.
- En un proceso de valor común, que se caracteriza por tener las siguientes condiciones: i) cada participante tiene información parcial sobre el valor del bien objeto de la subasta, ii) al momento de la subasta el valor común del bien es desconocido, iii) los oferentes tienen información imperfecta, iv) el verdadero valor sólo se conoce una vez finalizada la subasta y v) el ganador es el oferente con la menor valoración, un formato de subasta dinámica alcanza un mayor grado de eficiencia al disminuir significativamente los riesgos de valoración que enfrenta cada uno de los agentes que participan en el proceso.
- Aunque para el caso de las plantas GPPS, la subasta realizada para el año $t+p$ brinda información común de las OEF, la dimensión temporal de un bien es fundamental para su valoración.

Respuesta

La asignación a plantas GPPS cuando la cantidad ofrecida es mayor a la máxima cantidad asignable, tiene las siguientes características:

- Se tiene un precio máximo conocido que corresponde al precio de cierre de la subasta de reloj descendente, es decir, existe una valoración del mercado de la cual están al tanto todos los agentes que representan plantas GPPS. Además, las valoraciones intertemporales que consideren los agentes deberán considerar este precio máximo, por cualquier proceso de asignación.
- El número de agentes con plantas del tipo GPPS es reducido, dadas las características que se tienen para el desarrollo de estas plantas: i) períodos de construcción superiores al período de planeación de la subasta, ii) períodos largos cubriendo costos sin recibir ingresos y iii) costos de producción menores a los obtenidos en la subasta. Por lo tanto, este será un proceso de pocos participantes.

Dada estas características, se encuentra que uno de los principales problemas que se puede tener este proceso de asignación es la colusión. En ese sentido, el proceso de asignación que se seleccione debe permitir la competencia y evitar la colusión.

Ahora, los procesos de asignación propuestos son: i) subasta dinámica y ii) subasta de sobre cerrado. Un proceso de subasta dinámica como el propuesto, revela información que facilita la verificación de acuerdos entre los agentes, tal como se señala en el comentario¹, y las subastas de sobre cerrado se utilizan para evitar la colusión².

Por lo tanto, se recomienda continuar con el procedimiento de sobre cerrado para asignar las OEF cuando la cantidad ofrecida es mayor a la máxima cantidad asignable.

2.1.2 Cantidad Mínima

Comentario

Se sugiere evaluar la opción de que la cantidad mínima sea un valor acumulado en las diferentes asignaciones para las que participe la planta GPPS, porque:

- Esta condición brinda mayor eficiencia al esquema, en la medida en que no se requiere que en cada uno de los años se tenga una asignación mínima, permitiendo que la situación se ajuste con aquellos años en los cuales se tenga una asignación mayor.
- Para las plantas GPPS resultaría riesgoso declarar un valor de Mínima Cantidad de Energía Firme con resolución anual, debido a la probabilidad de que dicha restricción implique el retiro de la subasta, con el potencial perjuicio para el agente que no podría obtener la asignación de las OEF's que requiere para el cierre financiero del proyecto y con el perjuicio potencial para el mercado por no poder contar con una planta competitiva.
- El proceso de asignación en donde se retira a la GPPS que en un año no cumple la cantidad mínima y se asigna con las restantes, podría llevar a que la asignación se realice al recurso con precio más alto pero que cumplió con su requisito mínimo de cantidad de energía firme.

Respuesta

La definición Cantidad Mínima que se aplica en las Subastas de Sobre Cerrado para asignaciones de Obligaciones de Energía Firme para plantas GPPS tiene por objeto asegurar que dichas asignaciones sean adjudicadas a aquellas plantas que tienen un

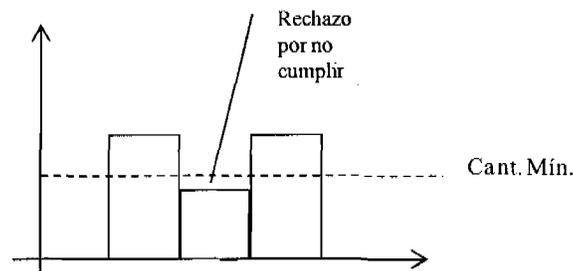
¹ En cada ronda se conoce el excedente de oferta y los precios de apertura y cierre.

² Peter Cramton, "Ascending Auctions," *European Economic Review* 42:3-5 (1998) 745-756. Página 6, "Perhaps the most important reason for a sealed-bid auction is the avoidance of collusion".

volumen suficiente de compromisos que hagan viable su desarrollo dado que con esto alcanzan el cierre financiero.

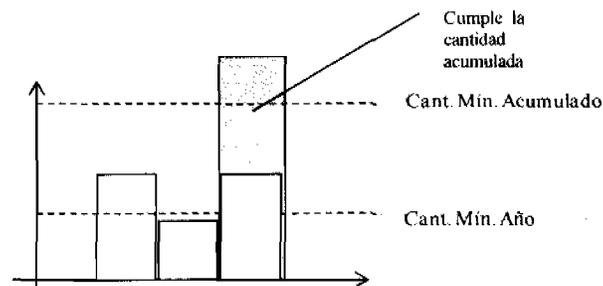
Si una planta GPPS opta por una asignación de un sólo período, el concepto de cantidad mínima anual aseguraría estabilidad en el flujo de ingresos del proyecto y el cumplimiento de esta condición. Sin embargo, cuando una planta GPPS opta por asignaciones en varios períodos, la definición de cantidad mínima anual puede llevar a que no se cumpla la condición en alguno de los períodos (ver Ilustración 1), a pesar de que la suma de asignaciones intertemporales asegure el flujo de ingresos que requiere la planta GPPS para su desarrollo.

Ilustración 1. Cantidad Mínima Anual



Por lo anterior, se encuentra que la definición de una cantidad mínima acumulada alcanzada en el proceso competitivo de la subasta de sobre cerrado, cumple la condición de asignar OEF's a plantas GPPS que aseguran su desarrollo, bien sea para aquellas que opten para uno o varios períodos (ver Ilustración 2)..

Ilustración 2. Cantidad Mínima Acumulada



La alternativa de Cantidad Mínima Acumulada, como se deduce de la Ilustración 2, se convierte en un problema que tiene las siguientes características:

- Para determinar las asignaciones se debe realizar las asignaciones de todos los períodos en un mismo momento. Es decir, es un problema acoplado.

- En ese sentido, lo que se tiene es un problema de optimización cuya función objetivo debe ser asignar la energía al menor valor, sujeto a la energía ofertada y las condiciones de cantidad mínima acumulada por planta GPPS. En el anexo “Análisis del proceso de optimización para asignaciones a plantas GPPS” se hace una evaluación del proceso de optimización.

Dado lo anterior, se recomienda pasar de una cantidad mínima anual a una cantidad mínima acumulada.

2.1.3 Regla de desempate

Comentario

Sobre este tema se comenta lo siguiente:

- Revisar la regla de asignación a prorrata con plantas GPPS dado que podría entrar en conflicto con el criterio de mínima ENFICC.
- En el caso de varios desarrolladores excluyentes, las reglas de desempate definidas pueden mantener la condición al final.

Respuesta

Teniendo en cuenta que el proceso de asignación se debe ajustar por el criterio de cantidad mínima acumulada, se incluirán estos comentarios.

2.1.4 Publicación de Información

Comentario

En lo que respecta a la información, los comentarios se hacen sobre la información que se va a publicar antes y después de la subasta de sobre cerrado.

- Disponer de información sobre las características (ENFICC y fecha de entrada) de las plantas GPPS que han declarado intención de participar. De lo contrario, un agente racional debería suponer un escenario en el cual la cantidad máxima es asignada a plantas GPPS con los efectos de disminución en el nivel de precios futuros de bolsa y por lo tanto en la disminución en las rentas esperadas de energía.
- Disponer que las transacciones emanadas de la subasta se conozcan una vez finalice esta.

Respuesta

En la Circular CREG-031 de 2008 se publicó la información agregada de la energía declarada en las Declaraciones de Interés.

En lo que respecta a la información de las transacciones de la subasta de sobre cerrado, la Comisión definirá la conveniencia y oportunidad de su publicación en aras de no afectar la eficiencia de la subasta.

2.1.5 De la Subasta a GPPS

Comentario

Se pregunta si en la Subasta de Sobre Cerrado pueden participar los agentes que participaron en la subasta de reloj descendente.

Respuesta

Los alcances identificados de que una planta que se presentó a la subasta de reloj descendente se presente también a la subasta de sobre cerrado son:

- Esta situación solamente podría ser viable con plantas que no tuvieron ninguna asignación en la subasta de reloj descendente, porque si tuvo asignación la planta debe ser construida durante el período de planeación para cumplir con las OEF's asignadas.

Desde la perspectiva económica aquellos agentes que retiraron energía firme asociado a plantas nuevas para las cuales el precio de cierre de la subasta de reloj descendente resulta inferior a la valoración privada de la opción de realizar el proyecto, no deben estar interesados en participar con el mismo proyecto en una subasta donde el valor esta acotado justamente al precio de cierre de la subasta previa. Sin embargo, una razón para que dicha valoración pueda ser modificada es que cambie el valor del riesgo asociado a contingencias en la ejecución del proyecto, el cual tiende a decrecer a medida que se amplía la holgura de entrada de operación de la planta y/o unidad de generación.

- El cambio a la subasta de sobre cerrado puede aumentar la competencia en este proceso.
- Agentes con intereses en las dos subastas, reloj descendente y sobre cerrado, pueden utilizar esta estrategia para mejorar el precio de cierre de la subasta de sobre cerrado. Este caso, parece estar acotado con los casos especiales de la subasta de reloj descendente.

Dado lo anterior, se recomienda permitir el paso de plantas y/o unidades que participan en la subasta de reloj descendente a la subasta de sobre cerrado si y solo si dichas plantas no resultan asignadas con OEF's en la primera subasta y demuestren que el período de construcción va a ser superior al período de planeación de la subasta de Reloj Descendente.

2.2 Aclaraciones

Los temas de aclaraciones al proceso de las GPPS, tales como: i) períodos a asignar, ii) tiempo para convocar una nueva subasta de sobre cerrado, iii) establecer procedimiento de reclamaciones, iv) valor agregado a la información y v) acta de recibo de ofertas de sobre cerrado, serán considerados en la resolución definitiva.



3. BIBLIOGRAFIA

- Comisión de Regulación de Energía Gas, Resolución CREG-071 de 2006.
- Comisión de Regulación de Energía Gas, Resolución CREG-021 de 2008.
- P. Klemperer, Auction Rtheory: A Guide to the Literatura, in the Journal of Economic Surveys 1999, 13, 227-286.
- P. Cramton, "Ascending Auctions", European Economic Review 42:3-5 (1998) 745-756.
- P. Cramton, "Colombia Capacity Auction", june 2006.



ANEXO

ANÁLISIS DEL PROCESO DE OPTIMIZACIÓN PARA ASIGNACIONES A PLANTAS GPPS

1.0 Descripción del Problema

El problema a resolver es un problema de optimización para los períodos t+p+1 a t+p+10 cuya función objetivo asignar la mayor cantidad de energía al menor valor a pagar por el usuario, sujeto a: i) asignar una cantidad igual o menor que la demanda incremental afectada por el porcentaje asignar por grupo q, ii) la cantidad mínima acumulada por planta, iii) la cantidad máxima ofertada por planta en cada período no puede ser mayor a la demanda a asignar en ese período y iv) la suma de las asignaciones a una planta no puede ser superior a la ENFICC de la planta menos las asignaciones previas.

2.0 Formulación del Problema

La siguiente es la formulación para solucionar el problema de optimización planteado en el numeral 1.0.

3.1.1.1.1 Formulación del Problema de Optimización

$$\text{Min: } \sum_k^N \sum_i^T p_k \times G_{k,i} + \sum_i^T P_DNA \times DNA_i$$

Sujeto a:

$$BAL_DEM(i): \sum_k^N G_{k,i} + DNA_i = demanda_i \quad \forall i \quad (1)$$

$$G_MIN_ACU(k): \sum_i^T G_{k,i} - \overline{gen}_k \times U_k \geq 0 \quad \forall k \quad (2)$$

$$G_MAX(k,i): G_{k,i} - \overline{g}_{k,i} \times U_{k,i} \leq 0 \quad \forall k,i \quad (3)$$

$$U_k \in \{1,0\}$$

Donde:

- $k \in N$ Subíndice de proyecto. N es el conjunto de plantas que tienen una oferta válida y que participan en la asignación.
- $i \in T$ Subíndice de tiempo. Indica el año de estudio el cual debe estar dentro del horizonte de estudio T.
- p_k Precio ofertado por el proyecto k. Este precio es igual para todo el horizonte del estudio.
- P_DNA Precio de no atender la demanda. Su valor es igual a 5 x PMGPPS.
- $demanda_i$ Demanda del año i.
- \underline{gen}_k Asignación mínima durante todo el horizonte de estudio del proyecto k en caso de que se le asigne al menos una obligación de ENFICC.
- $\overline{g}_{k,i}$ Asignación máxima del proyecto k para el año i.
- $G_{k,i}$ Variable de decisión que entrega la cantidad asignada de ENFICC al proyecto k para el año i.
- DNA_i Variable de decisión que entrega la demanda no cubierta por los proyectos en el año i.
- U_k Variable de decisión binaria, que indica si al proyecto k se le asigna (1) o no (0) obligaciones de ENFICC durante todo el horizonte de estudio. Controla que se cumpla la restricción de mínima y máxima generación para todo el horizonte de estudio.

3.0 Pruebas al proceso

Para garantizar la confiabilidad de los resultados del proceso planteado, la implementación del programa que resuelve el problema antes mencionado se realizó en una hoja de Excel mediante el uso de macros (vba) y la librería de optimización glpk. Adicionalmente, dada la necesidad de hacer muchas pruebas ante diferentes grupos de ofertas, se implementó un proceso que genera ofertas aleatorias válidas para 20 proyectos. Dicho proceso se configuró para generar ofertas de plantas con una ENFICC por período en valores que van desde 100 GWh hasta 8000 GWh, con precios de oferta que van desde 11 USD/MWh hasta 13 USD/MWh, y una demanda de alrededor de 2000 GWh por período.

A continuación se presenta una descripción de las pruebas que se realizaron:

3.1 Prueba 1 - Robustez del proceso

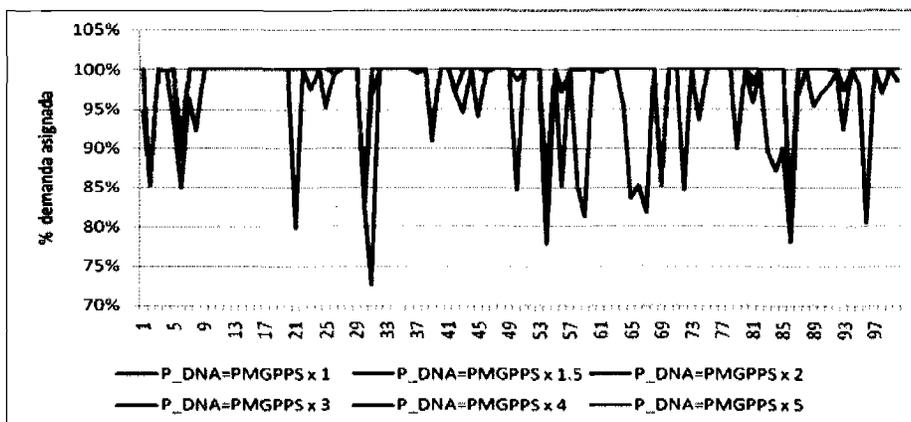
Para evaluar la robustez del proceso, entendido como la obtención de soluciones factibles en un alto porcentaje de casos, se utilizó el programa de optimización con la librería glpk

en 100 grupos de ofertas generadas aleatoriamente. Los resultados obtenidos muestran que el 100% de las soluciones cumplieron con las restricciones del problema (soluciones factibles) y el porcentaje promedio de la demanda que se adjudicó en cada caso fue superior al 99%.

3.2 Prueba 2 - Determinación del Nivel de la Penalización

En el problema descrito anteriormente se debe definir un valor para la variable P_DNA, la cual "penaliza" la demanda no atendida de cada posible solución. El valor de esta variable es arbitrario, pero debe ser mayor a PMGPPS (precio máximo de oferta) para que el optimizador de preferencia a la adjudicación de cualquier proyecto en detrimento de no adjudicar demanda.

Para observar las repercusiones de dicho valor sobre el proceso, se ejecutó el optimizador con diferentes P_DNA para 100 grupos de ofertas aleatorias. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:



Como se observa en la gráfica, no es recomendable tomar valores muy cercanos a PMGPPS, dado que en ocasiones se puede adjudicar un mayor porcentaje de la demanda con solo subir este valor. Por lo anterior, lo recomendable es utilizar un valor alto para P_DNA, siendo el escogido cinco (5) veces el PMGPPS.

3.3 Prueba 3 - Múltiples optimizadores

Para evaluar la eficiencia del optimizador utilizado (librería glpk), se realizaron varias pruebas comparando los resultados obtenidos con otros dos optimizadores: CYPLEX y OPL. En los tres casos se obtuvieron los mismos resultados.

3.4 Prueba 4 - Posibilidad de múltiples soluciones

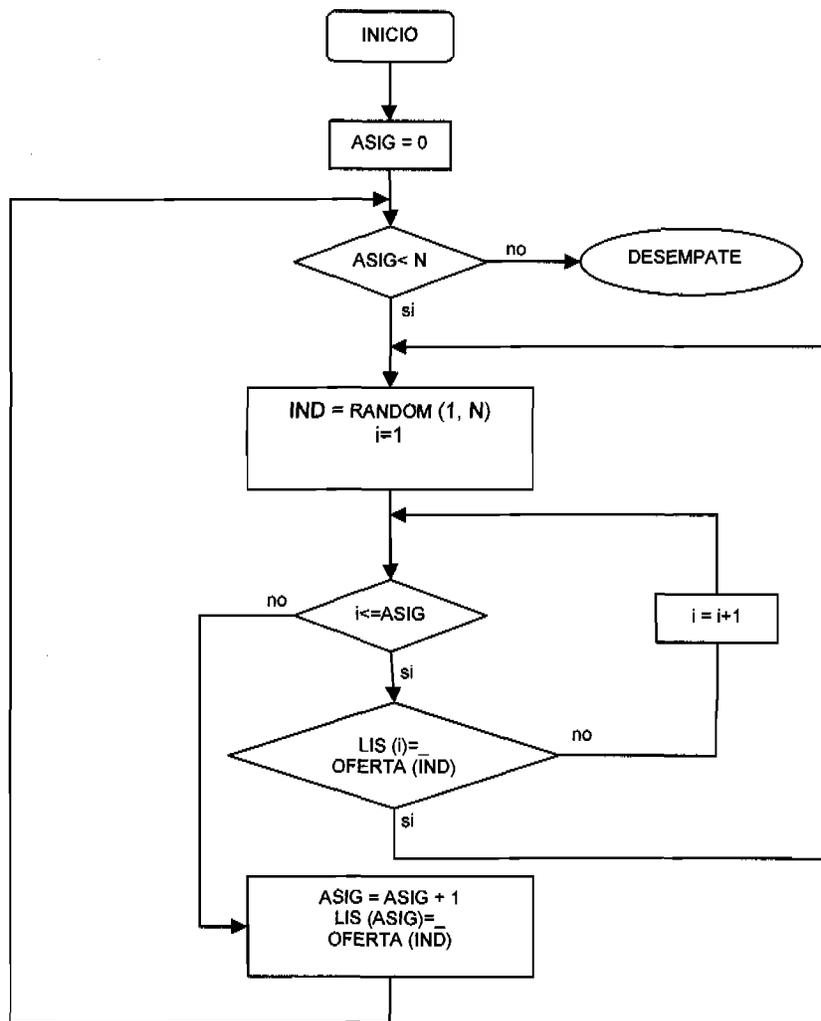
En este tipo de problemas pueden existir casos en donde se presenten varias soluciones óptimas, lo cual puede causar conflictos al adjudicar las obligaciones. La probabilidad de

que se llegue a una situación como esta aumenta significativamente si varias plantas ofertan un mismo precio, por lo que se decidió implementar un proceso antes de ejecutar el optimizador, el cual garantice que no ingresen 2 ofertas con el mismo precio. Este procedimiento se compone de dos subprocesos, los cuales tienen las siguientes funciones:

- Subproceso 1. Generación de una lista aleatoria de las ofertas. Con este proceso se organiza en forma aleatoria el listado de las plantas que entran en la subasta.
- Subproceso 2. Desempate. Partiendo del listado que se obtiene en el subproceso 1, para aquellas plantas con precios iguales, se desempatan los precios a través de incrementos de 0.001 USD/MWh, dando prioridad de acuerdo al orden del listado.

Los diagramas de flujo de cada uno de los subprocesos se tienen en las siguientes ilustraciones.

Subproceso1: Generación de una lista aleatoria de las ofertas
 N: Número de ofertas
 OFERTA (K): Oferta número k, de menor a mayor.
 RANDOM (K , L) Función que devuelve un número aleatorio entre K y L.
 LIS (): Listado de las ofertas en orden aleatorio



Subproceso2:

N:

LIS ():

LIS (K).PRECIO:

Desempate

Número de ofertas.

Listado de las ofertas en orden aleatorio.

Precio de la oferta k de la lista LIS ().

