**Modelo de costos para determinar las tarifas de los servicios de compartición de infraestructura prestados por el Agente Económico Preponderante en el sector de radiodifusión**

Documento metodológico del modelo

Contenidos

[1. Introducción 4](#_Toc492465546)

[2. Principios metodológicos del Modelo 6](#_Toc492465547)

[2.1. Categorías de costo a considerar 6](#_Toc492465548)

[2.2. Costo de capital 9](#_Toc492465549)

[2.3. Método de depreciación de costos 11](#_Toc492465550)

[2.4. Estándar de costos 12](#_Toc492465551)

[2.5. Asignación de costos comunes relacionados con la infraestructura 13](#_Toc492465552)

[2.6. Asignación de costos comunes no relacionados con la infraestructura 14](#_Toc492465553)

[2.7. Operador a modelar 15](#_Toc492465554)

[2.8. Topología de los sitios 15](#_Toc492465555)

[2.9. Horizonte temporal 16](#_Toc492465556)

[2.10. Desagregación de los sitios 17](#_Toc492465557)

[3. Servicios modelados 18](#_Toc492465558)

[3.1. Servicios de coubicación 18](#_Toc492465559)

[3.1.1. Servicio de coubicación en predio 19](#_Toc492465560)

[3.1.2. Servicio de coubicación en caseta 19](#_Toc492465561)

[3.1.3. Servicio de coubicación en torre 19](#_Toc492465562)

[3.1.4. Servicio de acceso a fuentes de energía 20](#_Toc492465563)

[3.1.5. Servicio de acceso a la cama de transmisión 20](#_Toc492465564)

[3.2. Servicio de emisión de señal 20](#_Toc492465565)

[3.3. Servicios complementarios 20](#_Toc492465566)

[4. Arquitectura del Modelo 22](#_Toc492465567)

[5. Módulo de dimensionado 25](#_Toc492465568)

[5.1. Demanda mayorista considerada en el Modelo 26](#_Toc492465569)

[5.2. Dimensionado de la infraestructura 27](#_Toc492465570)

[6. Indicadores de dimensionamiento 41](#_Toc492465571)

[7. Costeo de recursos (CAPEX y OPEX) 43](#_Toc492465572)

[7.1. Paso 1. Determinación de los costos unitarios 43](#_Toc492465573)

[7.2. Paso 2. Cálculo de adquisiciones de recursos 43](#_Toc492465574)

[7.3. Paso 3. Cálculo de costos CAPEX y OPEX 44](#_Toc492465575)

[8. Módulo de depreciación de costos 45](#_Toc492465576)

[9. Módulo de imputación de costos a servicios 46](#_Toc492465577)

[9.1. Etapa de reparto 1: Predio 49](#_Toc492465578)

[9.2. Etapa de reparto 2: Torre 50](#_Toc492465579)

[9.3. Etapa de reparto 3: Caseta 50](#_Toc492465580)

[9.4. Etapa de reparto 4: Subestación eléctrica 51](#_Toc492465581)

[9.5. Etapa de reparto 5: Planta de emergencia 51](#_Toc492465582)

[9.6. Etapa de reparto 6: Aire Acondicionado 52](#_Toc492465583)

[9.7. Costeo de los servicios complementarios 53](#_Toc492465584)

[Anexo A. Definiciones y abreviaciones 54](#_Toc492465585)

# Introducción

El Instituto Federal de Telecomunicaciones desarrolló un modelo de costos para determinar las tarifas de los servicios de compartición de infraestructura prestados por el Agente Económico Preponderante en el sector de radiodifusión (en adelante, “Modelo”).

El principal objetivo del proyecto es el desarrollo de un modelo de costos incrementales a largo plazo que permita la determinación de las tarifas de los servicios de compartición de infraestructura prestados por el Agente Económico Preponderante en el sector de radiodifusión (en lo sucesivo, “AEP”).

Asimismo, con el objetivo de preservar la confidencialidad de cierta información aportada por los operadores durante la fase de construcción del modelo de costos, se han modificado los datos de entrada aplicando un factor aleatorio entre -30% y 30%, si bien se ha mantenido la estructura, los cálculos y las variables del modelo. En este tenor en el archivo Excel correspondiente al modelo los cambios efectuados están señalados con un color especial para el fondo de celda, tal y como se muestra en el ejemplo siguiente:



Este formato es usado para identificar aquellos insumos que han sido anonimizados por motivos de confidencialidad

De esta manera, el propósito de este ejercicio en la Consulta Pública es el análisis de todas las cuestiones relacionadas con los principios conceptuales utilizados en la elaboración del modelo de costos, así como la estructura y parámetros de los mismos.

Así, el presente documento describe las premisas metodológicas adoptadas en el ejercicio de modelado, la estructura, características, y proceso de cálculo del modelo de costos.

Para facilitar la lectura y seguimiento de este documento, el mismo ha sido dividido en las siguientes secciones:

* **Principios metodológicos del Modelo**, donde se detalla la metodología adoptada en el modelo de costos.
* **Servicios modelados,** donde se introducen los distintos servicios considerados en el modelo, detallándose el esquema seguido para su prestación.
* **Arquitectura del Modelo,** que introduce la estructura general del modelo, desde el módulo de demanda a los módulos de dimensionamiento y costeo.
* **Módulo de dimensionado**, en la que se presenta los algoritmos de cálculo empleados para el dimensionado de la infraestructura.
* **Indicadores de dimensionamiento**, donde se presenta la filosofía detrás de estos elementos de cálculo, así como las diferentes áreas en las que se emplean a lo largo del modelo.
* **Costeo de recursos (CAPEX y OPEX)**, que detalla el procedimiento seguido para la obtención de los costos operacionales y de capital – no anualizados – asociados a los elementos de infraestructura dimensionados.
* **Módulo de depreciación de costos**, donde se describe el método empleado para la depreciación de los costos asociados al capital.
* **Módulo de imputación de costos a servicios**, que describe el esquema adoptado para la asignación del costo de los elementos de infraestructura a los servicios.

# Principios metodológicos del Modelo

En los siguientes apartados se detalla el contexto metodológico adoptado para el desarrollo del Modelo. Para ello, se detallan las principales áreas metodológicas para las cuales se identifican varias alternativas aplicables, definiendo cada una de ellas y analizando sus ventajas y/o inconvenientes. Por último, se expone la alternativa adoptada en el Modelo.

A continuación, se presenta un resumen de los aspectos metodológicos tratados, así como el enfoque adoptado:

|  |  |
| --- | --- |
| **Aspecto Metodológico** | **Enfoque Adoptado** |
| Categorías de costo a considerar | CAPEX de la infraestructura (siguiendo una revalorización a costos corrientes).OPEX de la infraestructura.Costos Generales y de Administración (G&A). |
| Costo de Capital | Costo de capital promedio ponderado (CCPP o WACC, por sus siglas en inglés) real antes de impuestos. |
| Método de depreciación de costos | Método de anualidad inclinada. |
| Estándar de Costos | Costos incrementales promedio a largo plazo (CIPLP), el cual incorpora costos comunes. |
| Asignación de costos comunes relacionados con la infraestructura  | Mediante el método de capacidad requerida. |
| Asignación de costos comunes no relacionados con la infraestructura  | Mediante un margen (mark-up, por su siglas en inglés) equiproporcional (EPMU). |
| Operador a modelar | Operador hipotético eficiente basado en la operación real del AEP. |
| Topología de los sitios | Enfoque Scorched Node. |
| Horizonte temporal | Diseño de un modelo dinámico que considera 2017 como año de referencia actual, más 4 años futuros. |
| Desagregación de los sitios | Agregación por sitios “tipo”. |

Tabla 2.1: Resumen del marco metodológico adoptado para el desarrollo del Modelo [Fuente: IFT]

Se detallan a continuación los aspectos metodológicos anteriores.

## Categorías de costo a considerar

Las categorías de costos en las que incurre un operador para la construcción, gestión y mantenimiento de su infraestructura son las siguientes:

* **CAPEX de la infraestructura**, entre los que se encuentran principalmente los costos asociados a la adquisición de la propia infraestructura y equipos, así como los costos de instalación de los mismos. El CAPEX se puede considerar de los siguientes modos:
* **Costos históricos**, bajo el cual el CAPEX del activo mantiene su valor de adquisición histórico (en libros), independientemente de cuándo se haya adquirido.
* **Costos corrientes (o actuales)**, bajo el cual los equipos y la infraestructura se revalorizan asumiendo que estos se adquirieran e instalaran en la actualidad.
* **OPEX de la infraestructura**, que incluye principalmente los costos asociados al personal propio encargado de la gestión, operación y mantenimiento de la infraestructura y equipos, las operaciones externalizadas (por ejemplo, empresas contratadas para el mantenimiento de los elementos que conforman la infraestructura y los equipos), así como la energía necesaria para el funcionamiento de los equipos.
* **Costos G&A**, que incluye principalmente aquellos costos empleados para brindar soporte a los servicios que presta la compañía, tales como los gastos del consejo de administración, finanzas, costos de oficinas de los departamentos de soporte, etc.

Asimismo, los operadores de radiodifusión incurren también típicamente en los siguientes conceptos de costo a nivel operativo[[1]](#footnote-2):

* **Costo de bienes vendidos a clientes minoristas**, que incluye principalmente el costo de producción de contenidos, derechos de transmisión, etc.
* **Costos minoristas**, tales como comisiones sobre ventas, actividades de mercadeo, etc.

De las anteriores categorías, consideramos que deben considerarse aquellas que se incurren en la provisión de servicios de compartición de infraestructuras en el contexto de la Oferta Pública de Infraestructura (OPI). Es decir, únicamente las siguientes:

* CAPEX de la infraestructura
* OPEX de la infraestructura
* Costos G&A

Con respecto a cómo considerar el CAPEX de la infraestructura, la valoración de los activos a costos históricos no tiene en cuenta la evolución en el precio de los activos a lo largo del tiempo, aunque estos hayan podido evolucionar al alza o a la baja de manera significativa. Esto afectaría al valor de los activos y la determinación de los precios mayoristas, que pueden basarse en una estructura de costos distinta de la que encontrarían los nuevos operadores en el momento de entrar en el mercado.

Asimismo, la valoración a costos históricos no incorpora la eventual repercusión de la constante evolución tecnológica de los activos, por lo que, dado que esta alternativa está basada en los precios y características de equipos adquiridos históricamente, que no reflejarían el estado de la técnica actual.

En cambio, la revalorización a costos corrientes parte de la base de los costos en los que hubiese podido incurrir un operador en el pasado empleando los precios y tecnologías actuales. El enfoque de valoración mediante costos corrientes reflejaría de una forma más precisa, por tanto, los costos en los que incurriría un operador en un hipotético mercado competitivo. Por lo anterior, se considera habitualmente que un argumento a favor de este enfoque es que proporciona mejores señales al mercado en lo que se refiere a la gestión de las inversiones sobre la decisión que deben tomar los nuevos entrantes sobre sus decisiones de *‘Make-or-Buy’* (del inglés, hacer o comprar).

Por lo anterior, se considera adecuado la utilización del método de revalorización de activos a costos corrientes.

Enfoque adoptado:

De las categorías anteriores se consideran en el Modelo:

* CAPEX de la infraestructura, para el que se considerará un método de revalorización de activos a costos corrientes.
* OPEX de la infraestructura.
* Costos G&A.

Se observa que las otras categorías de costos (costos de bienes vendidos y costos minoristas – incluyendo mercadeo, ventas y otros –) no forman parte del Modelo, toda vez que dichos costos no deben ser reflejados a los demás operadores a través de las tarifas ya que no se incurre en ellos para la provisión de un servicio mayorista a un concesionario solicitante (en lo sucesivo, “CS”).

## Costo de capital

La metodología del CCPP considera que el retorno de los activos de la empresa debe ser igual al retorno total esperado por sus accionistas y acreedores de deuda, ponderados por su contribución respectiva al financiamiento de la empresa.

En el Modelo se utiliza el valor del CCPP real antes de impuestos a partir de la información facilitada por el AEP. El CCPP se define como el costo promedio de la deuda y de los fondos propios, ponderados en función de sus respectivos pesos en la estructura de financiación de la compañía, y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$CCPP\_{nominal antes de impuestos}=C\_{e}∙\frac{E}{\left(D+E\right)∙(1-t)}+ C\_{d}∙\frac{D}{D+E}$$

Donde los términos involucrados denotan lo siguiente:

* $C\_{e}$: Costo del capital de la empresa .
* $C\_{d}$: Costo de la deuda.
* $E$: Valor total del capital (*equity*) del operador.
* $D$: Valor total de mercado de la deuda.
* $t:$ Tasa impositiva.

Para el cálculo del costo del patrimonio (*ke*), se utiliza la metodología CAPM (*Capital Asset Pricing Model*). La formulación a seguir vendría expresada por la siguiente ecuación:

$$C\_{e}=R\_{f}+R\_{e}∙β$$

En donde:

* $R\_{f}$: Tasa libre de riesgo.
* $R\_{e}$: Prima del riesgo del mercado.
* $β$: Beta apalancada.

Para el cálculo de la beta apalancada se sigue la siguiente fórmula.

$$β=β\_{d}∙(1+\left(1-T\right)∙\frac{D}{E})$$

En donde:

* $β\_{d}$: Beta desapalancada.
* $E$: Valor total del capital (equity) del operador.
* $D$: Valor total de mercado de la deuda.
* $t:$ Tasa impositiva.

El CCPP real antes de impuestos empleado en el Modelo se calcularía a partir del WACC nominal antes de impuestos como sigue:

$$CCPP\_{real antes de impuestos}=\frac{1+ CCPP\_{nominal antes de impuestos}}{1+i }-1$$

Donde:

* $CCPP\_{nominal antes de impuestos}$: CCPP nominal antes de impuestos, según los cálculos presentados anteriormente.
* i: Tasa de inflación.

Los parámetros empleados en el cálculo del CCPP se presentan en la tabla siguiente. Los valores empleados corresponden al año 2017.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Concepto** | **Valor** | **Fuente de referencia** |
| Valor total del capital (equity) del operador (E) | 261.202 | Bloomberg |
| Valor total de mercado de la deuda (D) | 127.622 | Bloomberg |
| Tasa impositiva (T) | 30% | Tasa impositiva nominal |
| Costo de la deuda (Cd) | 6,2% | Bloomberg |
| Tasa libre de riesgo (Rf) | 7,2% | Bloomberg |
| Beta desapalancada (βd) | 0,86 | Bloomberg |
| Prima de riesgo del mercado (Re) | 7,4% | Damodaran |
| Tasa de inflación (i) | 6,03% | Banco de México[[2]](#footnote-3)  |
| **CCPP real antes de impuestos** | **10,44%** |  |

Tabla 2.2: Valores para el cálculo del CCPP [Fuente: AEP e información pública]

Se hace notar que los cálculos anteriores están basados en la información provista por los siguientes miembros del AEP: Grupo Televisa, S.A. B., Canales de Televisión Populares, S.A. de C.V., Radio Televisión, S.A. de C.V., Radiotelevisora de México Norte, S.A. de C.V., T.V. de los Mochis, S.A. de C.V., Teleimagen del Noroeste, S.A. de C.V., Televimex, S.A. de C.V., Televisión de Puebla, S.A. de C.V., Televisara de Mexicali, S.A. de C.V., Televisara de Navojoa, S.A., Televisara de Occidente, S.A. de C.V. y Televisara Peninsular, S.A. de C.V., toda vez que se consideran representativos de las operaciones del AEP.

Enfoque adoptado:

El Modelo considera un CCPP real antes de impuestos del 10,44%.

## Método de depreciación de costos

Por lo general, las metodologías de depreciación de costos utilizadas en modelos de costos incrementales atienden a una filosofía de Mantenimiento de Capital Financiero (en inglés, *Financial Capital Maintenance*). Mediante este enfoque, se garantiza la recuperación de los costos incluyendo una tasa de rentabilidad sobre el capital.

Existen varias metodologías de depreciación que son compatibles con dicho principio de mantenimiento del capital financiero, incluyendo:

* **Depreciación lineal**: Es el método más comúnmente utilizado en la preparación de las cuentas financieras. Mediante este método, el costo de un activo se distribuye equi-proporcionalmente a lo largo de la vida útil del mismo.
* **Anualidad estándar**: Este método, al igual que el anterior, divide el costo a lo largo de la vida útil del activo. Sin embargo, en este caso la propia formulación considera el costo de capital relativo al retorno esperado por la adquisición de ese activo y no requiere de la consideración del grado de depreciación de los activos. En una anualidad estándar, el cargo anual (incluyendo tanto la depreciación como el costo de capital) se mantiene constante durante todos los años de la vida útil del activo
* **Anualidad inclinada (o variable)**: En general, en los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión, los precios de los equipos electrónicos tienden a disminuir con el tiempo, mientras que los costos asociados al despliegue de infraestructura (por ejemplo, la instalación de torres) tienden a aumentar con el tiempo. Si, por ejemplo, en la anualidad estándar se ignora la eventual reducción de los precios, en caso de que un nuevo operador decida entrar al mercado, éste tendría una ventaja sobre el operador que ya se encuentra en el mercado, ya que se beneficiaría de los menores precios de los activos y, en consecuencia, de unos menores costos de depreciación. Cuando los precios disminuyen, la anualidad inclinada recupera mayor costo de capital en los primeros años (y viceversa), lo que permite asegurar que los operadores con una base de activos similar, pero adquirida en diferentes periodos de tiempo, tengan idénticos costos de depreciación.
* **Anualidad inclinada ajustada (o económica)**: El valor de mercado de un activo es igual al valor presente de los flujos de efectivo netos que el activo se espera genere durante el resto de su vida útil. Como los flujos de efectivo netos varían con la producción que generan dichos activos, estos son depreciados a una tasa constante con el uso, resultando en un verdadero perfil de depreciación. En la práctica, dada la dificultad de determinar objetivamente la depreciación económica, ésta es aproximada por una anualidad inclinada ajustada, en el que la “inclinación” en la depreciación de cada año incorpora, además de la variación en el precio del activo, la cantidad de producción generada por el activo. Este método implica que los resultados históricos y actuales dependen de las proyecciones de la demanda.

El Modelo considera la anualidad inclinada para la depreciación de los costos asociados al capital en el Modelo. Este método permite la consideración de la evolución de los precios de los equipos a la vez que evita potenciales distorsiones originadas por la incertidumbre asociada a las proyecciones de demanda.

Enfoque adoptado:

El Modelo considera el método de la anualidad inclinada para la depreciación de los costos asociados al capital.

## Estándar de costos

De acuerdo con la Medida CUARTA de las medidas de radiodifusión aplicables al AEP[[3]](#footnote-4), se establece que “*el Instituto determinará las tarifas aplicables a los Servicios de Coubicación y Emisión de Señal con base en una metodología de costos incrementales promedio de largo plazo*”.

La metodología de costos incrementales promedio de largo plazo (CIPLP) calcula los costos evitados si un cierto servicio, o un grupo de éstos (definido como incremento) se dejaran de prestar. Adicionalmente, bajo esta metodología, se incluye también la atribución de los costos comunes (no incrementales) a servicios.

La definición de los incrementos es un aspecto relevante cuando se utiliza un estándar de costos incrementales. Según lo definido anteriormente, estos incrementos representan agrupaciones de servicio con un determinado objetivo. Se define en el Modelo un único incremento que engloba todos los servicios de acceso modelados.

Enfoque adoptado:

El Modelo emplea el estándar de costos incrementales promedio a largo plazo (CIPLP) para la atribución de los costos a servicios, incluyendo también los costos comunes. Se define un único incremento que engloba la totalidad de los servicios incluidos en el Modelo.

## Asignación de costos comunes relacionados con la infraestructura

Según lo indicado en el punto anterior, el estándar de costos CIPLP reconoce también la atribución de costos comunes relacionados con la infraestructura a servicios. Se definen a continuación las alternativas metodológicas típicas para la atribución de estos costos a servicios:

* **Margen (Mark-up) equiproporcional**(EPMU, por sus siglas en inglés), bajo el cual se asignan los costos comunes a los diferentes servicios de manera equiproporcional a los costos incrementales de los mismos. La metodología de mark-up equiproporcional es ampliamente empleada en este tipo de modelos, como consecuencia de su sencillez práctica en la implementación. Sin embargo, esta sencillez tiene su contrapunto en la limitada causalidad del reparto de estos costos a servicios. Lo anterior es debido a que el uso que hacen los diferentes servicios de los elementos comunes de la infraestructura no tiene a priori una relación directa con los costos incrementales de dichos servicios. Esta limitación en la causalidad de los repartos de los costos comunes influiría, por tanto, de manera negativa en la precisión de los resultados por servicio del Modelo. Este hecho se considera particularmente relevante para el sector de radiodifusión, dado que los costos comunes en la infraestructura de radiodifusión puede presentar un alto grado de representatividad sobre los costos totales (incrementales más comunes).
* **Capacidad requerida**, mediante el cual se atribuyen los costos comunes a los diferentes servicios en función del uso que éstos hacen de los diferentes elementos de la infraestructura. La metodología de capacidad requerida logra un equilibrio entre la complejidad en la implementación práctica y la causalidad en el reparto de los costos comunes a servicios.
* **Shapley-Shubik**, que consiste en definir el monto de costos comunes asociado a un determinado servicio como el promedio de los costos incrementales del servicio tras revisar cada posible orden de llegada de los incrementos. La utilización de la metodología Shapley-Shubik en este tipo de modelos es limitada en el panorama internacional, a raíz de la baja previsibilidad del reparto resultante y de la limitada robustez de los resultados que pueden variar significativamente de un ejercicio a otro. Adicionalmente, esta metodología representa una amplia dificultad que conlleva su implementación, especialmente cuando hay un número elevado de incrementos.
* **Ramsey Pricing**, que consiste en atribuir los costos comunes a los diferentes servicios con base en su costo marginal de producción y la elasticidad de su precio. El enfoque Ramsey Pricing es generalmente percibido como la alternativa más apropiada desde un punto de vista económico para la recuperación de los costos comunes. No obstante, su alto nivel de complejidad y las intensivas necesidades de información que se precisan para efectuar su cálculo resulta en un inconveniente para su implementación, lo cual le ha llevado a tener un uso muy residual en la práctica internacional en el diseño de este tipo de modelos.

Por todo lo anterior, consideramos que el método de **capacidad requerida** es el más adecuado, al asegurar la causalidad del reparto (en contraposición con el método EPMU) y evitar las problemáticas identificadas en otras metodologías raramente empleadas en este contexto (Shapley-Shubik y Ramsey Pricing).

Enfoque adoptado:

El Modelo se basa en una metodología de capacidad requerida para la atribución de los costos comunes de relacionados con la infraestructura a los servicios considerados.

## Asignación de costos comunes no relacionados con la infraestructura

Los costos comunes no relacionados con la infraestructura no tienen una relación causal directa con la capacidad requerida por cada servicio. En este sentido, de acuerdo a las alternativas descritas en el apartado anterior, se considera que el método EPMU resulta el más adecuado para la atribución de los costos comunes no relacionados con la infraestructura (G&A) a servicios.

Enfoque adoptado:

Se utilizará un enfoque EPMU para la atribución de los costos comunes no relacionados con la infraestructura (G&A) a servicios.

## Operador a modelar

Las premisas adoptadas con relación a la demanda y cobertura dependerán del operador modelado, las cuales tienen una notable relevancia en el dimensionado y, por consiguiente, en los costos unitarios de los servicios. Se han identificado las siguientes alternativas:

* **Modelado de un operador hipotético eficiente basado en la operación real del AEP**, que permita capturar las realidades concretas en términos de cobertura, demanda y topología del operador mismo.
* **Modelado de un operador hipotético existente**, con una demanda y cobertura específicas. Esta alternativa se emplea habitualmente cuando existe cierta similitud en términos de cuota de mercado entre los diferentes operadores, que permiten realizar la modelización de un operador “tipo”.
* **Modelado de un operador hipotético entrante,** el cual se asume que iniciará sus operaciones en un determinado momento – usualmente al inicio del periodo modelado. Esta opción es empleada habitualmente cuando el órgano regulador desea establecer rangos de precio desde la perspectiva de un operador entrante eficiente.

Como consecuencia de las diferencias observadas en los mercados de radiodifusión entre la escala y cobertura del AEP y el resto de operadores, se considera adecuado proceder con la modelización de un operador basado en el mismo.

Enfoque adoptado:

El Modelo considera un operador hipotético eficiente basado en la operación real del AEP.

## Topología de los sitios

La topología de los sitios a modelar viene definida por la ubicación de los emplazamientos de radiodifusión del AEP. Existen típicamente dos alternativas para la consideración de la topología de los sitios:

* **Scorched Node (nodo quemado)**, el cual parte de la ubicación existente de los sitios del operador modelado. Esta opción es relativamente simple de implementar, pero dificulta la elaboración de análisis de escenarios que puedan afectar a la ubicación de los nodos.
* **Scorched Earth (tierra quemada)**, el cual se basa en el uso de algoritmos de dimensionado para estimar el número y la ubicación de los sitios que un operador eficiente necesitaría para prestar el servicio. Esta alternativa requiere de la implementación de algoritmos complejos de dimensionado para estimar el número y la localización de los emplazamientos. Además, los resultados de dicho ejercicio de dimensionado necesitan ser contrastados con la situación real del operador modelado, para asegurar que el ejercicio de dimensionado está alineado con la realidad operativa del operador modelado.

En el caso concreto de la televisión radiodifundida, se debe considerar que los emplazamientos usados para la transmisión de señales se localizan en ubicaciones concretas, asociados a razones técnicas y a propósitos de cobertura de los operadores, a fin de maximizar la eficiencia en la prestación de dicho servicio.

En complemento, dado la infraestructura del AEP ya se encuentra desplegada actualmente y de que no se considera una expansión futura de sus emplazamientos en el mediano plazo, es razonable considerar que el número y la localización de los emplazamientos del AEP no evolucionarán significativamente de un año para otro.

Por lo anteriormente expuesto, se considera adecuada la utilización en el Modelo de un enfoque Scorched Node.

Enfoque adoptado:

El Modelo considera el enfoque Scorched Node para el cálculo del número y ubicación de los emplazamientos de radiodifusión del operador modelado.

## Horizonte temporal

El desarrollo de un Modelo de costos que cubra únicamente el año bajo análisis, más un año adicional, sería suficiente para satisfacer esta necesidad por parte del Instituto.

Un periodo de tiempo que inicie a partir de 2017 permitirá reunir la información adecuada que refleje fidedignamente el estado actual de la infraestructura y demanda del operador modelado. Al mismo tiempo, se considera adecuado extender el ejercicio de modelado hasta el año 2021, considerando por tanto un horizonte temporal total de 5 años (el actual, más cuatro años).

Este alcance permitirá al Instituto disponer de una mayor visibilidad de la expectativa de variación de costos de los servicios en el medio plazo.

Enfoque adoptado:

El Modelo considera un horizonte temporal de 5 años, entre el año 2017 (actual) y el año 2021.

## Desagregación de los sitios

El ejercicio de modelado y dimensionado requiere la caracterización de los sitios del operador a modelar. Existen dos alternativas para dicha caracterización:

* **Sitio a sitio**, bajo la cual se efectúan los cálculos de dimensionamiento y costeo para todos y cada uno de los emplazamientos de acceso del operador modelado.
* **Agregación por categorías de sitios**, a través del cual se efectúan los cálculos de dimensionamiento y costeo para un número determinado de sitios de características similares, que se encuentran agregados de acuerdo a una serie de criterios, p.ej. tipo y altura de torre, potencia radiada, número de canales radiodifundidos, etc.

Por lo tanto, el Modelo considerará una caracterización de los emplazamientos por categorías.

Enfoque adoptado:

El Modelo considera una desagregación de los sitios del operador modelado basada en una caracterización de los emplazamientos, consistente con la definida por el AEP en su OPI.

# Servicios modelados

Una parte fundamental dentro de la construcción de un modelo de costos consiste en la definición de los servicios que deberán ser costeados. Esto repercutirá directamente sobre los elementos de la infraestructura que deberán ser dimensionados, así como sobre la estructuración de los algoritmos de cálculo.

El objeto principal del Modelo es la estimación y costeo de servicios mayoristas relacionados con la prestación con el servicio de radiodifusión. Adicionalmente, para el correcto modelado, se deben de tomar en consideración otros elementos empleados en la prestación de otros servicios prestados desde los sitios emisores del AEP.

Particularmente, los grupos de servicios mayoristas incluidos en el Modelo son los siguientes:

* Servicios de coubicación
* Servicio de emisión de señal
* Servicios complementarios

A continuación se describen a mayor detalle cada uno de estos grupos.

## Servicios de coubicación

Tal y como se definen en la OPI presentada por el AEP, el Modelo reconoce los siguientes 5 servicios relacionados con la coubicación de equipos del CS en las instalaciones del AEP:

* Servicio de coubicación en predio
* Servicio de coubicación en caseta
* Servicio de coubicación en torre
* Servicio de acceso a fuentes de energía (que abarca tanto el servicio de acceso a la subestación eléctrica como a la planta de emergencia)

* Servicio de acceso a la cama de transmisión[[4]](#footnote-5)

Estos servicios pueden ser empleados por el CS para instalar su propia infraestructura en los sitios emisores del AEP, tal y como se muestra en la ilustración siguiente.



Ilustración 3.1: Servicios de coubicación [Fuente: IFT]

Se describe a continuación en detalle cada uno de estos servicios.

### Servicio de coubicación en predio

Este servicio consiste en la prestación al CS por parte del AEP de un espacio en el predio (terreno exterior) diverso a la torre y la caseta. Dicho espacio puede ser empleado por el CS para la instalación de equipos de intemperie. La metodología seguida en el Modelo para el costeo de este servicio se describe en detalle en la sección 9.

### Servicio de coubicación en caseta

Este servicio consiste en la prestación al CS por parte del AEP de un espacio dentro de la caseta situada en las estaciones de radiodifusión. Dicho espacio puede ser empleado por el CS para la instalación de equipos propios. La metodología seguida en el Modelo para el costeo de este servicio se describe en detalle en la sección 9.

### Servicio de coubicación en torre

Este servicio consiste en la prestación al CS por parte del AEP de un espacio en la torre situada en las estaciones de radiodifusión. Dicho espacio puede ser empleado por el CS para la instalación de antenas radiantes propias. La metodología seguida en el Modelo para el costeo de este servicio se describe en detalle en la sección 9.

### Servicio de acceso a fuentes de energía

El acceso a fuentes de energía se refiere al acceso a la subestación eléctrica y a las fuentes de emergencia (planta de generadores y UPS), cuando estos se encuentren disponibles en los sitios, que permite al CS conectar sus equipos coubicados. La metodología seguida en el Modelo para el costeo de este servicio se describe en detalle en la sección 9.

### Servicio de acceso a la cama de transmisión

Si bien este servicio no está definido como tal en la OPI (bajo el apartado ‘Servicios materia de la presente OPI’), el Anexo ‘4. Tarifas aplicables a los servicios’ recoge una tarifa asociada al uso de la cama de transmisión desde las instalaciones hasta el pie de la torre. La metodología seguida en el Modelo para el costeo de este servicio se describe en detalle en la sección 9.

## Servicio de emisión de señal

Este servicio consiste en la provisión, por parte del AEP, de la conexión física de los equipos del CS con los del AEP, tales como líneas de transmisión, antenas radiantes, combinadores, y cualquier otro elemento necesario para la eficiente prestación del servicio de televisión radiodifundida. La metodología seguida en el Modelo para el costeo de este servicio se describe en detalle en la sección 9.

## Servicios complementarios

Los servicios complementarios comprenden actividades adicionales requeridas por el CS para proveer sus servicios. Dichos servicios son los siguientes:

* **Servicio de Realización de Visita Técnica:** servicio que abarca el acompañamiento por parte del AEP al CS a fin de analizar y concretar in situ los elementos sobre los que efectivamente se podrá ejercer el uso compartido de la infraestructura.
* **Servicio de Instalación de Infraestructura**: servicio consistente en la colocación del equipo del CS en el sitio requerido.
* **Servicio de Acondicionamiento de Infraestructura**: servicio consistente en la ejecución de trabajos adicionales (no se encuentra incluida la obra civil) en los espacios contratados por el CS.
* **Servicio de Recuperación de Espacios**: servicio consistente en la ejecución de trabajos de extracción o reagrupación de equipos para la recuperación de espacio en caso de existir una situación de saturación en la infraestructura y que sea causada por la existencia de ocupación ineficiente de espacio.
* **Servicio de Acceso Programado**: servicio para aquellos accesos por parte del CS al sitio para efectos de verificar o realizar trabajos en los equipos del CS.
* **Servicio de Acceso de Emergencias o Acceso No Programado**: servicio para aquellos accesos por parte del CS al sitio, derivado de una falla significativa en los equipos del CS que no permite la radiodifusión de la señal de la estación o que tiene un riesgo inminente y real de que en el transcurso de los siguientes 5 días hábiles no sea posible radiodifundir la señal.
* **Servicio de Reparación de Fallas y Gestión de Incidencias:** servicio consistente en la ejecución de todas aquellas órdenes planificadas y enfocadas a la atención, seguimiento y cierre de reportes de falla y/o incidencias.
* **Servicio de Mantenimiento a la Infraestructura**: servicio de tareas rutinarias realizadas a la infraestructura del AEP por éste mismo, incluyendo al espacio contratado por el CS.

Se hace notar que los servicios complementarios modelados corresponden con los incluidos por el AEP hasta la fecha en la OPI.

La metodología seguida en el Modelo para el costeo de este servicio se describe en detalle en la sección 9.

# Arquitectura del Modelo

Este capítulo presenta la estructura general del Modelo, detallando sus bloques y flujo de cálculo. La siguiente ilustración presenta una visión a alto nivel de los diferentes bloques funcionales que componen el Modelo.



Ilustración 4.1: Estructura general del Modelo [Fuente: IFT]

A continuación se describen los anteriores bloques funcionales del Modelo:

* **Módulo de dimensionamiento**: es el responsable de construir la infraestructura e identificar el número de elementos necesarios para suministrar los principales servicios provistos por el operador. Este módulo recoge la información de demanda de los servicios, así como otros parámetros de red para la correcta implementación de los algoritmos técnicos de dimensionado. Este bloque se describe en detalle en la sección 5.
* **Indicadores de dimensionamiento**: calcula el espacio y potencia eléctrica requerida por cada uno los recursos obtenidos en el módulo de dimensionamiento. Este bloque se describe en detalle en la sección 6.
* **Costeo de recursos (CAPEX y OPEX)**: calcula el costo total en términos de OPEX y CAPEX asociado a los recursos obtenidos en el módulo de dimensionamiento. Este bloque se describe en detalle en la sección 7.
* **Módulo de depreciación de costos**: distribuye los costos asociados al capital de los recursos a lo largo del tiempo siguiendo el método de amortización variable. Este bloque se describe en detalle en la sección 8.
* **Módulo de imputación de costos a servicios**: calcula el costo de los servicios mediante una imputación mediante etapas de los costos de los diferentes recursos. Este bloque se describe en detalle en la sección 9.

El Modelo implementa cada uno de los módulos definidos de manera diferenciada. De manera resumida, el funcionamiento básico del Modelo es el siguiente:

* Se realiza el dimensionado para una categoría de emplazamiento particular (sitio “tipo”), computando la demanda y características de las estaciones que conforman dicha categoría.
* Se obtienen los indicadores dimensionamiento a partir de los parámetros unitarios de espacio y potencia eléctrica asociados a cada uno de los recursos.
* Se obtiene la base de costos asociada a los recursos dimensionados para la categoría de emplazamiento seleccionada.
* Se obtiene la base de costos incrementales puros como la diferencia entre la base de costos con la demanda total determinada para la categoría y la base de costos del incremento definido. Asimismo, se obtiene la base de costos comunes como los costos de dicho incremento.
* Se calcula la base de costos de G&A como el producto de la base de costos de OPEX y depreciación y el porcentaje de G&A definido.
* Por último, se realiza la atribución de la base de costos a servicios siguiendo una serie de etapas de reparto.

La siguiente ilustración presenta un esquema simplificado del flujo de cálculo del Modelo:



Ilustración 4.2: Esquema simplificado del flujo de cálculo del Modelo [Fuente: IFT]

# Módulo de dimensionado

Esta sección tiene como objetivo describir la infraestructura que está siendo diseñada, así como detallar los algoritmos técnicos empleados en el Modelo para el dimensionado de la misma.

Como se ha mencionado previamente, el Modelo tiene el objetivo de calcular las tarifas de los servicios de compartición de infraestructura prestados por el AEP en el sector de radiodifusión, por lo cual únicamente se contempla la infraestructura involucrada en la prestación de estos servicios, tal y como se puede apreciar en la siguiente ilustración.



Ilustración 5.1: Esquema general de la infraestructura considerada en el modelo [Fuente: IFT]

La infraestructura modelada está comprendida por los siguientes elementos:

* **Predio:** terreno físico sobre el cual se sitúan la caseta y la torre, así como cualquier equipo de intemperie.
* **Caseta:** edificación en la cual se ubican los equipos de transmisión (tales como los transmisores, combinadores, filtros de máscara, etc.), así como espacios comunes (pasillos, baños, unidades habitacionales, etc.).
* **Torre:** estructura, típicamente metálica, sobre la cual se sostienen las antenas radiantes.
* **Cama de transmisión:** estructura sobre la cual se sostiene la línea de transmisión.
* **Transmisor:** equipo activo empleado para emitir los canales de televisión digital.
* **Filtro de máscara**: filtro de radiofrecuencia empleado para que el transmisor no ocupe un ancho de banda mayor al permitido en el canal de funcionamiento.
* **Combinador:** elemento empleado para multiplexar la señal proveniente de varios transmisores en un único flujo de datos.
* **Panel de parcheo**: elemento empleado para simplificar la conexión de elementos dentro de la estación.
* **Línea de transmisión**: línea empleada para transportar la señal de radiodifusión desde la salida del combinador a la antena.
* **Antena radiante**: conjunto formado por los paneles que conforman la antena y el distribuidor que reparte la señal a los mismos.
* **Subestación eléctrica**: equipamiento eléctrico empleado para alimentar de energía eléctrica los equipos ubicados en la estación.
* **Planta de emergencia:** equipamiento eléctrico para proteger a los equipos de la estación frente a variaciones en la tensión recibida de la subestación eléctrica y asegurar que, en caso de corte del suministro eléctrico, los equipos puedan continuar funcionando de manera autónoma durante un tiempo determinado. Está constituido por plantas de generadores y UPS.
* **Aire acondicionado**: sistemas de refrigeración mantener los equipos de la estación en su temperatura de funcionamiento óptima.

Además de lo anterior, otros elementos que hagan uso de la infraestructura anterior (por ejemplo, equipos de sincronismo o recepción) también son considerados en el modelo, ya que, por ejemplo, al hacer uso del espacio que puede albergar la caseta, deben considerarse en la atribución de los costos a servicios.

El dimensionamiento se realiza de manera diferenciada para cada uno de los recursos anteriores, teniendo en consideración tanto la demanda minorista como la demanda mayorista. Los siguientes apartados describen las consideraciones tomadas a la hora de contemplar la demanda mayorista en el Modelo (sección 5.1) y los algoritmos empleados para el dimensionado (véase sección 5.2).

## Demanda mayorista considerada en el Modelo

El Modelo contempla unos volúmenes de demanda mayorista de referencia para el cálculo de las tarifas de los servicios modelados. Las hipótesis consideradas para la definición de esta demanda son las siguientes:

* Para los servicios de **coubicación**, se asume que:
* Un CS requiere el servicio de coubicación en caseta relativo al espacio ocupado por un transmisor y un filtro de máscara requeridos para radiodifundir un canal con la misma potencia que radiodifunde el AEP en cada emplazamiento.
* Un CS requiere el servicio de coubicación en torre relativo al espacio lineal ocupado por una antena radiante requerido para radiodifundir un canal con las mismas características que radiodifunde el AEP en cada emplazamiento.
* Un CS requiere el servicio de acceso a la fuente de energía relativo a la potencia eléctrica requerida para dar servicio y respaldar un transmisor necesario para radiodifundir un canal con la misma potencia que radiodifunde el AEP en cada emplazamiento.

Para el servicio de **emisión de señal**, se asume que un CS requiere la prestación del servicio de emisión de señal para un canal en cada emplazamiento. Esta hipótesis se asume sin menoscabo de que este servicio sólo se prestaría en caso de que no existiera espacio suficiente para coubicar todo el equipo que requiriese el CS para llevar a cabo la eficiente prestación del servicio de televisión radiodifundida.

## Dimensionado de la infraestructura

El dimensionado de la infraestructura se realiza de manera paralela para la totalidad de la demanda (FAC[[5]](#footnote-6)) y el incremento definido en el modelo. Tal y como se ha definido en la sección 2.4, se ha definido un único incremento en el Modelo que engloba todos los servicios de acceso modelados y que, por tanto, incluye la totalidad de la demanda, tanto mayorista como minorista.

Para calcular los costos de dicho incremento, el Modelo dimensiona la infraestructura cuando se excluye la demanda del incremento en cuestión (en este caso, toda la demanda). Bajo la premisa de demanda nula, se ha definido un escenario de ‘configuración mínima’. Dicha configuración se basa en que, aunque una determinada estación no ofreciera ningún servicio de compartición ni radiodifundiera ningún canal, el AEP debería ser capaz de comenzar a emitir un único canal de radiodifusión o prestar un servicio de compartición en un periodo de tiempo reducido. El tratamiento de la denominada ‘configuración mínima’ para cada uno de los equipos modelados se describe en detalle en los siguientes apartados.

Los siguientes apartados detallan los algoritmos empleados para el dimensionado de los recursos del Modelo.

#### Dimensionado de los transmisores

El dimensionado de transmisores se basa en que se requieren tantos transmisores como canales radiodifunda el AEP dentro de su oferta minorista.

El Modelo reconoce las siguientes configuraciones de transmisores, de acuerdo a su potencia de transmisión.

| **Variable en el Modelo** | **Potencia de transmisión** |
| --- | --- |
| Transmisor.0.1 kW.# de transmisores | 100 W |
| Transmisor.0.2 kW.# de transmisores | 200 W |
| Transmisor.0.5 kW.# de transmisores | 500 W |
| Transmisor.1 kW.# de transmisores | 1 kW |
| Transmisor.2 kW.# de transmisores | 2 kW |
| Transmisor.4 kW.# de transmisores | 4 kW |
| Transmisor.6 kW.# de transmisores | 6 kW |
| Transmisor.8 kW.# de transmisores | 8 kW |
| Transmisor.10 kW.# de transmisores | 10 kW |
| Transmisor.16 kW.# de transmisores | 16 kW |
| Transmisor.25 kW.# de transmisores | 25 kW |

Ilustración 5.2: Listado de transmisores del Modelo [Fuente: IFT]

Para el dimensionado de los transmisores se ha seguido el siguiente esquema:



Ilustración 5.3: Dimensionado de transmisores [Fuente: IFT]

El esquema representa que se toma como insumo de entrada, para cada estación, el número de canales emitidos y la potencia de transmisión requerida en dicha estación. De esta manera, el número de transmisores para cada configuración de potencia definida en el Modelo es el resultado de sumar el número de transmisores de cada tipo en todas las estaciones, asumiendo que en cada estación se requieren tantos transmisores como canales radiodifunda el AEP dentro de su oferta minorista.

En el caso del dimensionamiento de la ‘configuración mínima’, se ha estimado que en todas las estaciones deberían estar preparadas para la emisión de un canal con la potencia mínima definida en el Modelo, esto es, contar con un único transmisor en cada una de las estaciones.

#### Dimensionado de los combinadores

El dimensionado de los combinadores está ligado al cómputo de los transmisores, teniendo en cuenta en este caso que los combinadores deben tener capacidad suficiente para acomodar la demanda mayorista de emisión de señal.

En el Modelo se han incluido distintas configuraciones de combinadores, basadas en el número de canales que pueden multiplexar (diplexor para 2 canales, triplexor para 3 canales y tetraplexor para 4 canales). A su vez, para para cada una de ellas, se han definido distintas configuraciones en función de la potencia admitida. Por tanto, el Modelo reconoce las siguientes configuraciones de combinadores.

| **Variable en el Modelo** | **Número de puertos de entrada** | **Potencia de transmisión** |
| --- | --- | --- |
| Combinadores.Diplexor 0.1 kW.# de combinadores | 2 | 100 W |
| Combinadores.Diplexor 0.2 kW.# de combinadores | 2 | 200 W |
| Combinadores.Diplexor 0.5 kW.# de combinadores | 2 | 500 W |
| Combinadores.Diplexor 1 kW.# de combinadores | 2 | 1 kW |
| Combinadores.Diplexor 2 kW.# de combinadores | 2 | 2 kW |
| Combinadores.Diplexor 4 kW.# de combinadores | 2 | 4 kW |
| Combinadores.Diplexor 6 kW.# de combinadores | 2 | 6 kW |
| Combinadores.Diplexor 8 kW.# de combinadores | 2 | 8 kW |
| Combinadores.Diplexor 10 kW.# de combinadores | 2 | 10 kW |
| Combinadores.Diplexor 16 kW.# de combinadores | 2 | 16 kW |
| Combinadores.Diplexor 25 kW.# de combinadores | 2 | 25 kW |
| Combinadores.Triplexor 0.1 kW.# de combinadores | 3 | 100 W |
| Combinadores.Triplexor 0.2 kW.# de combinadores | 3 | 200 W |
| Combinadores.Triplexor 0.5 kW.# de combinadores | 3 | 500 W |
| Combinadores.Triplexor 1 kW.# de combinadores | 3 | 1 kW |
| Combinadores.Triplexor 2 kW.# de combinadores | 3 | 2 kW |
| Combinadores.Triplexor 4 kW.# de combinadores | 3 | 4 kW |
| Combinadores.Triplexor 6 kW.# de combinadores | 3 | 6 kW |
| Combinadores.Triplexor 8 kW.# de combinadores | 3 | 8 kW |
| Combinadores.Triplexor 10 kW.# de combinadores | 3 | 10 kW |
| Combinadores.Triplexor 16 kW.# de combinadores | 3 | 16 kW |
| Combinadores.Triplexor 25 kW.# de combinadores | 3 | 25 kW |
| Combinadores.Tetraplexor 0.1 kW.# de combinadores | 4 | 200 W |
| Combinadores.Tetraplexor 0.2 kW.# de combinadores | 4 | 500 W |
| Combinadores.Tetraplexor 0.5 kW.# de combinadores | 4 | 1 kW |
| Combinadores.Tetraplexor 1 kW.# de combinadores | 4 | 2 kW |
| Combinadores.Tetraplexor 2 kW.# de combinadores | 4 | 4 kW |
| Combinadores.Tetraplexor 4 kW.# de combinadores | 4 | 6 kW |
| Combinadores.Tetraplexor 6 kW.# de combinadores | 4 | 8 kW |
| Combinadores.Tetraplexor 8 kW.# de combinadores | 4 | 10 kW |
| Combinadores.Tetraplexor 10 kW.# de combinadores | 4 | 16 kW |
| Combinadores.Tetraplexor 16 kW.# de combinadores | 4 | 25 kW |

Ilustración 5.4: Listado de combinadores del Modelo [Fuente: IFT]

El dimensionado de los combinadores sigue el siguiente esquema:



Ilustración 5.5: Dimensionado de combinadores [Fuente: IFT]

En el Modelo se ha seguido un criterio de diseño por el cual se instala una única cadena multiplexora, esto es, existe una única antena radiante para todos los canales. De esta manera, para todas aquellas estaciones con más de cuatro canales se considera que se deben instalar más de un combinador, los cuales deberían ser instalados en serie para acomodar el número de canales a emitir.

Cabe destacar que, a diferencia del caso del dimensionamiento de los transmisores, en el dimensionamiento del combinador sí se tiene en cuenta la demanda mayorista de emisión de señal, dado que se estima que, para poder hacer uso del servicio se requiere de un puerto disponible en el combinador de la estación.

En el caso del dimensionado de la ‘configuración mínima’, al existir un único canal en cada una de las estaciones, no se requiere la instalación de combinadores.

#### Dimensionado de los filtros de máscara

El dimensionado de los filtros de máscara toma en consideración que, por cada canal emitido (tanto mayorista como minorista), es necesario un único filtro de máscara diseñado para una potencia igual a la del transmisor asociado.

El Modelo reconoce las siguientes configuraciones de filtros de máscara, de acuerdo a su potencia de transmisión.

| **Variable en el Modelo** | **Potencia de transmisión** |
| --- | --- |
| Filtro de máscara.0.1 KW.# de filtros | 100 W |
| Filtro de máscara.0.2 KW.# de filtros | 200 W |
| Filtro de máscara.0.5 KW.# de filtros | 500 W |
| Filtro de máscara.1 KW.# de filtros | 1 kW |
| Filtro de máscara.2 KW.# de filtros | 2 kW |
| Filtro de máscara.4 KW.# de filtros | 4 kW |
| Filtro de máscara.6 KW.# de filtros | 6 kW |
| Filtro de máscara.8 KW.# de filtros | 8 kW |
| Filtro de máscara.10 KW.# de filtros | 10 kW |
| Filtro de máscara.16 KW.# de filtros | 16 kW |
| Filtro de máscara.25 KW.# de filtros | 25 kW |

Ilustración 5.6: Listado de filtros de máscara del Modelo [Fuente: IFT]

 El dimensionado seguido se muestra de manera esquemática en la siguiente figura:

 

Ilustración 5.7: Dimensionado de filtros de máscara [Fuente: IFT]

El dimensionamiento de ‘configuración mínima’ para los filtros de máscara sigue la misma filosofía. En este caso, se tendría un único filtro de máscara para cada estación con la misma potencia que el transmisor modelado.

#### Dimensionado de los paneles de parcheo

A nivel operativo, la instalación del panel de parcheo en la estación depende de múltiples factores específicos a las distintas estaciones. Por este motivo, se asume que el número de paneles de parcheo resultantes de esta etapa de dimensionado es el mismo que el que tiene actualmente desplegado el AEP en sus estaciones.

El Modelo reconoce las siguientes configuraciones de paneles de parcheo, de acuerdo a la potencia de transmisión.

| **Variable en el Modelo** | **Potencia de transmisión** |
| --- | --- |
| Panel de parcheo.0.1 KW.# de paneles | 100 W |
| Panel de parcheo.0.2 KW.# de paneles | 200 W |
| Panel de parcheo.0.5 KW.# de paneles | 500 W |
| Panel de parcheo.1 KW.# de paneles | 1 kW |
| Panel de parcheo.2 KW.# de paneles | 2 kW |
| Panel de parcheo.4 KW.# de paneles | 4 kW |
| Panel de parcheo.6 KW.# de paneles | 6 kW |
| Panel de parcheo.8 KW.# de paneles | 8 kW |
| Panel de parcheo.10 KW.# de paneles | 10 kW |
| Panel de parcheo.16 KW.# de paneles | 16 kW |
| Panel de parcheo.25 KW.# de paneles | 25 kW |

Ilustración 5.8: Listado de paneles de parcheo del Modelo [Fuente: IFT]

En el caso del dimensionado en su ‘configuración mínima’, dada la característica opcional de este elemento, se ha estimado que no se requieren paneles de parcheo.

#### Dimensionado de las antenas radiantes

A nivel operativo, dado que la configuración de la antena radiante depende de factores específicos a los requisitos de cobertura y diagrama de radiación de cada una de las estaciones, se asume que el número de antenas radiantes resultantes de esta etapa de dimensionado es el mismo que actualmente desplegado el AEP en sus estaciones.

El Modelo reconoce un único recurso asociado a las antenas radiantes que representa una unidad de panel de antena.

| **Variable en el Modelo** |
| --- |
| Antena.Panel.# de paneles |

Ilustración 5.9: Recurso de panel de antena para las antenas radiantes [Fuente: IFT]

En el caso del dimensionado de la ‘configuración mínima’, dado que para poder mantener el mismo diagrama de radiación de las antenas es necesaria la misma configuración de paneles, el resultado de este dimensionado es el mismo en caso de considerar la totalidad de la demanda.

#### Dimensionado de las líneas de transmisión

La configuración de la línea de transmisión depende principalmente de dos parámetros – el diámetro y su longitud. Acordemente, el Modelo reconoce las siguientes configuraciones de líneas de transmisión.

| **Variable en el Modelo** | **Diámetro de la línea (pulgadas)** |
| --- | --- |
| Línea de transmisión.7/8" Coaxial.longitud | 7/8” |
| Línea de transmisión.1 5/8'' Coaxial.longitud | 1 5/8” |
| Línea de transmisión.3 1/8'' Coaxial.longitud | 3 1/8” |
| Línea de transmisión.4'' Coaxial.longitud | 4” |
| Línea de transmisión.5'' Coaxial.longitud | 5” |
| Línea de transmisión.6 1/8'' Coaxial.longitud | 6 1/8” |

Ilustración 5.10: Listado de líneas de transmisión del Modelo [Fuente: IFT]

Para el dimensionado de estos equipos, el diámetro se selecciona a partir de la potencia de los transmisores, mientras que la longitud depende de la altura en la que se sitúa la antena a la que se asocia la línea y un factor de no linealidad que contabiliza la distancia horizontal cubierta por la línea. El esquema seguido para este dimensionado se presenta en la siguiente ilustración.

 

Ilustración 5.11: Dimensionado de las líneas de transmisión [Fuente: IFT]

En el caso del dimensionado en su ‘configuración mínima’, se sigue la misma filosofía de dimensionado que la presentada en el diagrama anterior, teniendo en cuenta que en este caso que sólo habría un único transmisor de potencia mínima.

#### Dimensionado de la subestación eléctrica

La subestación eléctrica se dimensiona a partir de la potencia eléctrica requerida por todos los elementos que hacen uso de la misma.

El Modelo reconoce las siguientes configuraciones de subestación eléctrica, de acuerdo a la potencia eléctrica instalada.

| **Variable en el Modelo** | **Capacidad de la subestación** |
| --- | --- |
| Subestación Eléctrica.Subestación - 50 KVA.# de subestaciones | 50 kVA |
| Subestación Eléctrica.Subestación - 100 KVA.# de subestaciones | 100 kVA |
| Subestación Eléctrica.Subestación - 150 KVA.# de subestaciones | 150 kVA |
| Subestación Eléctrica.Subestación - 250 KVA.# de subestaciones | 250 kVA |
| Subestación Eléctrica.Subestación - 500 KVA.# de subestaciones | 500 kVA |

Ilustración 5.12: Listado de subestaciones eléctricas [Fuente: IFT]

El Modelo determina la configuración óptima para cada tipo de estación (en función de la potencia y número de los transmisores, así como de la eficiencia de los mismos), así como de la potencia eléctrica requerida por otros equipos de la estación (por ejemplo, equipos de sincronismo y monitoreo, equipos de recepción de la señal satelital de TDT, etc.) tal y como muestra el siguiente esquema:

 

Ilustración 5.13: Dimensionado de la subestación eléctrica [Fuente: IFT]

En el caso del dimensionado en su ‘configuración mínima’, se sigue la misma filosofía, teniendo en cuenta que en este caso cada estación se dimensiona para un soportar un único transmisor de potencia mínima.

#### Dimensionado de la planta de emergencia

La planta de emergencia – constituida tanto por una planta de generadores y/o sistemas de UPS – se emplea para asegurar el correcto funcionamiento de la estación ante posibles cortes en el servicio eléctrico e inconsistencias en la red eléctrica.

El Modelo reconoce las siguientes configuraciones de plantas de emergencia, de acuerdo a la potencia eléctrica suministrada.

| **Variable en el Modelo** | **Capacidad de la planta** |
| --- | --- |
| Planta de emergencia.Planta - 50 KVA.# de plantas | 50 KVA |
| Planta de emergencia.Planta - 100 KVA.# de plantas | 100 KVA |
| Planta de emergencia.Planta - 150 KVA.# de plantas | 150 KVA |
| Planta de emergencia.Planta - 250 KVA.# de plantas | 250 KVA |
| Planta de emergencia.Planta - 500 KVA.# de plantas | 500 KVA |
|   |  |
| Planta de emergencia.UPS - 50 KVA.# de plantas | 50 KVA |
| Planta de emergencia.UPS - 100 KVA.# de plantas | 100 KVA |
| Planta de emergencia.UPS - 150 KVA.# de plantas | 150 KVA |
| Planta de emergencia.UPS - 250 KVA.# de plantas | 250 KVA |
| Planta de emergencia.UPS - 500 KVA.# de plantas | 500 KVA |

Ilustración 5.14: Listado de plantas de emergencia del Modelo [Fuente: IFT]

La filosofía de dimensionado consiste en que existen estaciones que se encuentran aseguradas con la planta de emergencia y otras estaciones que no cuentan con dicho aseguramiento. De esta manera, para cada categoría se calcula el porcentaje de estaciones que tienen dicha planta de emergencia, la cual tendrá la misma configuración que la subestación eléctrica a la que respalda. Para el caso de los sistemas UPS, se han dimensionado a partir de los datos proporcionados por el AEP.



Ilustración 5.15: Dimensionado de la planta de emergencia [Fuente: IFT]

En el caso del dimensionado en su ‘configuración mínima’, se estima que, dado que la planta de emergencia tiene un carácter opcional, no se contempla su instalación.

#### Dimensionado del aire acondicionado

El aire acondicionado se emplea para refrigerar los equipos, a fin de mantenerlos en su temperatura de funcionamiento óptima.

El Modelo reconoce las siguientes configuraciones de plantas de emergencia, de acuerdo a la capacidad de refrigeración suministrada.

| **Variable en el Modelo** | **Capacidad del aire acondicionado[[6]](#footnote-7)** |
| --- | --- |
| Aire acondicionado.5 Toneladas.# de aire acondicionado | 5 Toneladas |
| Aire acondicionado.10 Toneladas.# de aire acondicionado | 10 Toneladas |
| Aire acondicionado.15 Toneladas.# de aire acondicionado | 15 Toneladas |
| Aire acondicionado.20 Toneladas.# de aire acondicionado | 20 Toneladas |

Ilustración 5.16: Listado de equipos de aire acondicionado del Modelo [Fuente: IFT]

En este caso, la filosofía de dimensionamiento se basa en seleccionar, del catálogo de capacidades de equipos de aire acondicionado mostrados en la tabla anterior, aquel equipo cuya capacidad sea suficiente para cubrir las necesidades de la estación.



Ilustración 5.17: Dimensionado del aire acondicionado [Fuente: IFT]

En el caso del dimensionado en su ‘configuración mínima’, se ha seguido la misma aproximación que en el dimensionado presentado en el diagrama anterior.

#### Dimensionado de las torres

Las torres disponibles en las estaciones del AEP se han categorizado en función de los siguientes parámetros:

* **Tipo**, que puede ser arriostrada[[7]](#footnote-8) o autosoportada.
* **Altura**, medida desde la base de la torre hasta el punto más alto de la misma.
* **Carga de viento**, considerada como la velocidad máxima de viento que puede soportar la torre.

El Modelo reconoce las siguientes configuraciones de torres, de acuerdo a los parámetros anteriores.

| **Variable en el Modelo** | **Tipo de torre** | **Altura de la torre** | **Carga de viento** |
| --- | --- | --- | --- |
| Torre.Torre A.1.1.# de torres | Arriostrada | Menos de 25 m | Menos de 180 km/h |
| Torre.Torre A.1.2.# de torres | Arriostrada | Entre 25 m y 50 m | Menos de 180 km/h |
| Torre.Torre A.1.3.# de torres | Arriostrada | Entre 50 m y 75 m | Menos de 180 km/h |
| Torre.Torre A.1.4.# de torres | Arriostrada | Entre 75 m y 100 m | Menos de 180 km/h |
| Torre.Torre A.1.5.# de torres | Arriostrada | Entre 100 m y 150 m | Menos de 180 km/h |
| Torre.Torre A.1.6.# de torres | Arriostrada | Más de 150 m | Menos de 180 km/h |
| Torre.Torre A.2.1.# de torres | Arriostrada | Menos de 25 m | Más de 180 km/h |
| Torre.Torre A.2.2.# de torres | Arriostrada | Entre 25 m y 50 m | Más de 180 km/h |
| Torre.Torre A.2.3.# de torres | Arriostrada | Entre 50 m y 75 m | Más de 180 km/h |
| Torre.Torre A.2.4.# de torres | Arriostrada | Entre 75 m y 100 m | Más de 180 km/h |
| Torre.Torre A.2.5.# de torres | Arriostrada | Entre 100 m y 150 m | Más de 180 km/h |
| Torre.Torre A.2.6.# de torres | Arriostrada | Más de 150 m | Más de 180 km/h |
| Torre.Torre B.1.1.# de torres | Autosoportada | Menos de 25 m | Menos de 180 km/h |
| Torre.Torre B.1.2.# de torres | Autosoportada | Entre 25 m y 50 m | Menos de 180 km/h |
| Torre.Torre B.1.3.# de torres | Autosoportada | Entre 50 m y 75 m | Menos de 180 km/h |
| Torre.Torre B.1.4.# de torres | Autosoportada | Entre 75 m y 100 m | Menos de 180 km/h |
| Torre.Torre B.1.5.# de torres | Autosoportada | Entre 100 m y 150 m | Menos de 180 km/h |
| Torre.Torre B.1.6.# de torres | Autosoportada | Más de 150 m | Menos de 180 km/h |
| Torre.Torre B.2.1.# de torres | Autosoportada | Menos de 25 m | Más de 180 km/h |
| Torre.Torre B.2.2.# de torres | Autosoportada | Entre 25 m y 50 m | Más de 180 km/h |
| Torre.Torre B.2.3.# de torres | Autosoportada | Entre 50 m y 75 m | Más de 180 km/h |
| Torre.Torre B.2.4.# de torres | Autosoportada | Entre 75 m y 100 m | Más de 180 km/h |
| Torre.Torre B.2.5.# de torres | Autosoportada | Entre 100 m y 150 m | Más de 180 km/h |
| Torre.Torre B.2.6.# de torres | Autosoportada | Más de 150 m | Más de 180 km/h |

Ilustración 5.18: Listado de torres del Modelo [Fuente: IFT]

De esta manera, se catalogan cada una de las torres desplegadas por el AEP en función de estas tres categorías, tal y como se muestra en el siguiente diagrama.



Ilustración 5.19: Dimensionado de las torres [Fuente: IFT]

En el caso del dimensionado en su ‘configuración mínima’, se toman los mismos resultados que en el dimensionado con la demanda completa.

#### Dimensionado de la caseta

La caseta es la estructura en la que se almacenan los equipos de transmisión, así como otros equipos o espacios comunes necesarios. Se asume que el espacio disponible en las casetas resultantes de esta etapa de dimensionado es el mismo que el que tiene actualmente disponible el AEP en sus estaciones.

En el caso del dimensionado en su ‘configuración mínima’, se toman los mismos resultados que en el dimensionado con la demanda completa.

#### Dimensionado del predio

El predio es el terreno sobre el que se sitúan tanto la caseta como la base de la torre de transmisión. De forma equivalente a lo expuesto con la caseta, se asume que el espacio disponible en el predio resultante de esta etapa de dimensionado es el mismo que el que tiene actualmente disponible el AEP en sus estaciones.

En el caso del dimensionado en su ‘configuración mínima’, se toman los mismos resultados que en el dimensionado con la demanda completa.

#### Dimensionado de la cama de transmisión

La cama de transmisión es una bandeja que conecta la caseta con la torre. Dicha bandeja se emplea como soporte para la línea de transmisión. Como tal, para su dimensionado se toma para cada estación la distancia entre la torre y la caseta, medida como la diferencia entre la longitud total de la línea de transmisión y la altura de la torre.

En el caso del dimensionado en su ‘configuración mínima’, se toman los mismos resultados que en el dimensionado con la demanda completa.

# Indicadores de dimensionamiento

La lógica detrás de los indicadores de dimensionamiento consiste en capturar ciertas propiedades asociadas a los recursos que son necesarias para la atribución de costos a servicios.

Existen principalmente 2 tipos de indicadores de dimensionamiento – espacio ocupado y potencia eléctrica consumida – y se calculan para cada uno de los recursos. De esta forma, una vez calculados, los indicadores de dimensionado representan el espacio ocupado total o la potencia eléctrica requerida por cada uno de los recursos obtenidos del proceso de dimensionamiento.

A título ilustrativo, se incluye en la siguiente tabla la definición de 3 indicadores de dimensionamiento que son empleados en el Modelo:

* El primero representa el espacio ocupado (en metros cuadrados) del recurso de caseta.
* El segundo representa el espacio ocupado (en metros cuadrados) del recurso de combinadores diplexores con potencia de 0.1 kW.
* El tercero representa la potencia eléctrica consumida (en kVA) del recurso de combinadores tetraplexores con potencia de 16 kW.

Como se deduce de la tabla siguiente, la definición de estos indicadores en el Modelo sigue la forma “KPI” + Definición del recurso + Tipo de indicador (m2/KVA).

| **Definición** |
| --- |
| KPI.Caseta.area.m2 |
| KPI.Combinadores.Diplexor 0.1 kW.# de combinadores.m2 |
| KPI.Combinadores.Tetraplexor 16 kW.# de combinadores.KVA |

Tabla 6.1: Lista ilustrativa de indicadores de dimensionamiento usados en el Modelo (Hoja ‘0C PAR KPI’) [Fuente: IFT]

Para los cálculos relacionados con los indicadores de dimensionamiento se llevan a cabo los siguientes pasos:

* **Definición de insumos unitarios de espacio ocupado y potencia eléctrica de cada recurso.** La función principal de los indicadores de dimensionamiento es la de almacenar el espacio ocupado y la potencia eléctrica requerida por los distintos equipos (o recursos), con el objetivo de poder emplear estos valores como factores de reparto de la base de costos a los diferentes servicios. De esta manera, es necesario definir los valores unitarios de espacio ocupado y potencia eléctrica requeridos para cada recurso definido en el Modelo. Estos se definen en las hojas del Modelo ‘2C INP ESPACIO’ y ‘2D INP POTENCIA’, respectivamente.
* **Mapeo de los indicadores a emplear en las etapas de reparto**. Las distintas etapas de reparto emplean los indicadores de dimensionamiento como conductor de atribución. De esta manera, para cada etapa se definen los recursos de origen y destino, así como los indicadores empleados para el reparto. Estos mapeos se definen en la hoja del Modelo ‘3A MAP ETAPAS’.
* **Mapeo de servicios y categorías de recursos para el cálculo unitario.** Los indicadores de dimensionamiento también ejercen como medida de las unidades frente a las cuales se reparten los costos totales de los servicios para obtener el costo unitario. De esta manera, se requiere mapear los servicios a las categorías de recursos definidas en el Modelo. Estos mapeos se definen en la hoja del Modelo ‘3B MAP SERV UNIDADES’.

# Costeo de recursos (CAPEX y OPEX)

Esté módulo es el responsable del cálculo de la base de costos operativos y de los costos asociados al capital – no anualizados – ligados a los diferentes recursos del Modelo.

Los pasos para llevar a cabo los cálculos necesarios se presentan en detalle a continuación:

* Paso 1. Determinación de los costos unitarios
* Paso 2. Cálculo de adquisiciones de recursos
* Paso 3. Cálculo de costos CAPEX y OPEX

## Paso 1. Determinación de los costos unitarios

Para la definición de los costos unitarios de los recursos considerados en el Modelo se necesitan dos parámetros de entrada:

* **Costos unitarios de año referencia**, separados entre CAPEX y OPEX (para aquellos recursos donde aplique). Los costos unitarios deberán ser introducidos en cualquiera de las monedas admitidas en el Modelo (EUR, USD y MXN).
* **Tendencias de costo**, en términos reales, esperadas en su costo de adquisición (CAPEX), así como en su mantenimiento (OPEX) a corto/medio plazo.

Una vez que los costos unitarios y las tendencias de costo han sido definidos, el Modelo aplica estas tendencias para obtener los CAPEX y OPEX unitarios para los años futuros con base en la siguiente formulación:

$$Costo Unitario\left( i\right)=Costo Unitario \left(i-1\right)\*\left(1+Tendencia Costo\left( i\right)\right)$$

Donde:

Costo Unitario (i) representa el costo unitario del elemento para el año i.

Tendencia Costo (i) representa la tendencia de costo del elemento calculada como el costo del elemento en el año i entre el costo del elemento en el año i-1.

## Paso 2. Cálculo de adquisiciones de recursos

En este paso se calculan los activos adquiridos anualmente con base en el algoritmo presentado a continuación:



Ilustración 7.1: Algoritmo empleado para el cálculo de las nuevas adquisiciones de recursos [Fuente: IFT]

Como se puede observar, el cálculo de nuevas adquisiciones necesarias tiene en cuenta el despliegue de nuevas tecnologías o la adquisición de nuevos elementos para aumentar la capacidad, el cual vendrá determinado por el número de elementos adicionales requeridos para hacer frente a la demanda.

## Paso 3. Cálculo de costos CAPEX y OPEX

Por último, una vez se dispone del costo unitario y del número de nuevas adquisiciones necesarias de cada recurso y año, se emplea una formulación PxQ para obtener los gastos asociados a éstos. Esto es, multiplicando el costo unitario (P) por la cantidad de equipos instalados o adquiridos (Q). El cálculo del CAPEX – sin anualizar - y el OPEX se realiza mediante el siguiente algoritmo:

 

Ilustración 7.2: Algoritmo empleado para el cálculo del OPEX y el CAPEX [Fuente: IFT]

# Módulo de depreciación de costos

Este módulo tiene como objetivo realizar la depreciación del costo de los recursos bajo el esquema de anualidad inclinada (según lo indicado en la sección 2.3).

La anualidad inclinada o amortización variable adapta el perfil de recuperación de los costos a fin de reconocer las variaciones en los precios de los activos. Así, por ejemplo, en el caso de que los precios de los activos bajen, un nuevo entrante en el mercado puede tener una ventaja sobre los operadores ya existentes al beneficiarse de menores precios y por tanto de menores costos de depreciación. Con el método de la amortización variable, se tiene en cuenta la tendencia en el precio de adquisición de los activos con el fin de reconocer el mismo costo a dos operadores, independientemente del momento en el que éstos entraran en el mercado.

Para ello, en el Modelo se obtiene el valor de amortización anual usando la siguiente fórmula:

$$a=I·\frac{r-p}{1-\left(\frac{1+p}{1+r}\right)^{VU}}$$

Donde:

* *a* representa la anualidad asociada al activo (dentro de la vida útil).
* *I* es la inversión asociada al activo.
* *r* representa la tasa de costo de capital promedio ponderado (CCPP).
* *p* es la tendencia de costos asociada al activo.
* *VU* es la vida útil de los activos.

# Módulo de imputación de costos a servicios

La imputación de costos a servicios descrita en esta sección responde a una atribución en diversas etapas con el objetivo de cuantificar de manera dinámica el peso sobre el costo de los servicios de los distintos recursos que conforman la cadena de valor en la prestación de los mismos. En concreto, el Modelo emplea seis etapas de atribución de costos, y en cada una de ellas se reparten los costos de un grupo de activos:

* Etapa de reparto 1: Predio
* Etapa de reparto 2: Torre
* Etapa de reparto 3: Caseta
* Etapa de reparto 4: Subestación eléctrica
* Etapa de reparto 5: Planta de emergencia
* Etapa de reparto 6: Aire Acondicionado

El esquema general de atribución de costos se representa en la ilustración inferior.

Como se desprende la ilustración, por un lado, se distinguen dos tipos de recursos:

* **Recursos resultantes del dimensionado**: recursos de infraestructura que resultan de los cálculos del dimensionado, y que constituyen la cadena de valor de los servicios modelados (predio, caseta, torre, combinador, subestación eléctrica, etc.). Estos elementos son los presentados en la Ilustración 5.1.
* **Recursos auxiliares:** recursos que o bien representan la demanda de los servicios mayoristas de coubicación por parte de CS (véase la sección 5.1) o bien se emplean como soporte para el reparto de ciertos componentes de coste. Los recursos auxiliares empleados en el Modelo se describen a continuación:
* Compartición de predio con terceros: recurso que comprende la demanda mayorista del servicio de coubicación en predio.
* Compartición de caseta con terceros: recurso que comprende la demanda mayorista del servicio de coubicación en caseta.
* Compartición de torre con terceros: recurso que comprende la demanda mayorista del servicio de coubicación en torre.
* Compartición de subestación eléctrica con terceros: recurso que comprende la demanda mayorista del servicio de acceso a la subestación eléctrica.
* Compartición de planta de emergencia con terceros: recurso que comprende la demanda mayorista del servicio de acceso a la planta de emergencia.
* Consumo de aire acondicionado de la subestación eléctrica: recurso que recoge el uso que hace la subestación eléctrica de los equipos de aire acondicionado.
* Consumo de aire acondicionado de la planta de emergencia: recurso que recoge el uso que hace la planta de emergencia de los equipos de aire acondicionado.
* Espacio ocupado por los equipos de aire acondicionado: recurso que recoge el uso de espacio en la caseta que hacen los equipos de aire acondicionado.
* Potencia eléctrica de los equipos de aire acondicionado: recurso que recoge el uso de potencia eléctrica que hacen los equipos de aire acondicionado.
* Otras antenas: recurso que recoge el uso de espacio en la torre que hacen otras antenas emplazadas en la torre, y que son distintas a las que se emplean para propósito de televisión radiodifundida del AEP.

 

Ilustración 9.1: Etapas de atribución de costos definidas en el Modelo [Fuente: IFT]

Las etapas de imputación de costos se definen en la hoja ‘3A MAP ETAPAS’. En esta hoja se definen los recursos de origen y los recursos de destino, así como los indicadores de dimensionamiento (por ejemplo, espacio ocupado, potencia eléctrica) empleados para su atribución.

En cada etapa de reparto se sigue un procedimiento de cálculo análogo. En primer lugar, se calculan los porcentajes de reparto de cada etapa a partir de las unidades definidas y calculadas a partir de los indicadores de dimensionamiento (por ejemplo, espacio total ocupado). Los costos del recurso de origen de cada etapa se atribuyen a los recursos de destino en función de dichos porcentajes de reparto.

Este proceso se sigue sucesivamente para cada una de las etapas, de manera que los recursos de origen de los cuales se han repartido los costos en etapas anteriores quedan con costo nulo en las etapas subsiguientes. Por ejemplo, en la primera etapa, se reparten los costos del recurso del predio a los recursos de la caseta, torre y servicio mayorista de compartición del predio. Por tanto, en la segunda etapa y siguientes, el costo del predio se mostrará cómo nulo en el Modelo, ya que sus costos ya han sido atribuidos a otros recursos.

Los costos unitarios de los servicios modelados se extraen en las etapas de cálculo correspondientes. Por ejemplo, el costo unitario del servicio de coubicación en torre resulta de los cálculos efectuados en la segunda etapa, en la cual se atribuyen los costos del recurso de torre a los recursos que hacen uso de ella.

Los apartados siguientes describen en detalle el objetivo y filosofía seguida en cada una de las etapas de reparto presentadas anteriormente.

## Etapa de reparto 1: Predio

La primera etapa de reparto atribuye los costos del predio a los siguientes recursos, en función del espacio (área) ocupado por cada uno de ellos:

* Caseta, para la que se toma el espacio total ocupado por la misma en el predio.
* Torre, para la que se toma el espacio ocupado por la base de la misma.
* Espacio en predio compartido con terceros, para el que se toma el espacio ocupado en el predio por terceros (definido en el Modelo como la demanda mayorista destinada al servicio de coubicación en predio más el espacio adicional ocupado actualmente por terceros o equipos destinados a la provisión de otros servicios).
* Cama de transmisión, para la que se toma el espacio total ocupada por la misma en el predio.
* Planta de emergencia, para la que se toma el espacio total ocupado por la misma en el predio.

El costo unitario del servicio modelado de coubicación en predio se calcula como el costo total del predio entre el espacio total ocupado por los recursos anteriores.

## Etapa de reparto 2: Torre

La segunda etapa de reparto atribuye los costos de la torre a los siguientes recursos, en función del espacio lineal (vertical) ocupado por cada uno de ellos:

* Antena radiante, para el que se toma el espacio lineal ocupado en la torre por las antenas de televisión digital del AEP.
* Espacio en torre compartido con terceros, para el que se toma el espacio lineal ocupado en la torre por terceros (definido en el Modelo como la demanda mayorista destinada al servicio de coubicación en torre más el espacio adicional ocupado actualmente por terceros o equipos destinados a la provisión de otros servicios).

El costo unitario del servicio modelado de coubicación en torre se calcula como el costo total de la torre entre el espacio lineal total ocupado por los recursos anteriores.

## Etapa de reparto 3: Caseta

La tercera etapa de reparto atribuye los costos de la caseta a los siguientes recursos, en función del espacio (área) ocupado por cada uno de ellos:

* Filtro de máscara, para el que se toma el espacio total ocupado por el mismo en la caseta.
* Transmisor, para el que se toma el espacio total ocupado por el mismo en la caseta.
* Combinador, para el que se toma el espacio total ocupado por el mismo en la caseta.
* Panel de parcheo, para el que se toma el espacio total ocupado por el mismo en la caseta.
* Subestación eléctrica, para el que se toma el espacio total ocupado por la misma en la caseta.
* Espacio en caseta compartido con terceros, para el que se toma el espacio ocupado en la caseta por terceros (definido en el Modelo como la demanda mayorista destinada al servicio de coubicación en caseta más el espacio adicional ocupado actualmente por terceros).
* Espacio ocupado por los equipos del aire acondicionado, para el que se toma el espacio ocupado en la caseta por los equipos de aire acondicionado.
* Equipos de recepción y sincronismo, para el que se toma el espacio total ocupado por cada uno de ellos en la misma caseta.

El costo unitario del servicio modelado de coubicación en caseta se calcula como el costo total de la caseta entre el espacio total ocupado por los recursos anteriores, más el costo asociado a los equipos de aire acondicionado, los cuales se extraen en una etapa posterior del Modelo (Etapa 6). Por este motivo, los costos derivados del espacio de los equipos de aire acondicionado se reparten a un recurso adicional, con el objetivo de evitar la doble contabilización de los costos en este servicio.

## Etapa de reparto 4: Subestación eléctrica

La cuarta etapa de reparto atribuye los costos de la subestación eléctrica a los siguientes recursos, en función de la potencia eléctrica requerida por cada uno de ellos:

* Transmisor, para el que se toma la potencia requerida para su funcionamiento.
* Compartición de subestación eléctrica por terceros, para el que se toma la potencia eléctrica requerida por terceros en la subestación eléctrica (definido en el Modelo como la demanda mayorista destinada al servicio de acceso a la subestación eléctrica).
* Potencia consumida por los equipos de aire acondicionado, para el que se toma las toneladas de aire acondicionado instaladas en el sitio (empleando la conversión a unidades de potencia eléctrica).
* Equipos de transmisión y sincronismo, para el que se toma la potencia requerida para su funcionamiento.

El costo unitario del servicio de acceso a la subestación eléctrica se calcula como el costo total de la subestación eléctrica entre la potencia eléctrica total requerida por los recursos anteriores, más el costo asociado a la refrigeración de estos equipos, el cual se extrae en una etapa posterior del Modelo (Etapa 6).

## Etapa de reparto 5: Planta de emergencia

La quinta etapa de reparto atribuye los costos de la planta de emergencia a los siguientes recursos, en función de la potencia eléctrica requerida por cada uno de ellos:

* Transmisor, para el que se toma la potencia requerida para su funcionamiento.
* Compartición de planta de emergencia por terceros, para el que se toma la potencia eléctrica requerida por terceros en la planta de emergencia (definido en el Modelo como la demanda mayorista destinada al servicio de acceso a la planta de emergencia).
* Potencia consumida por los equipos de aire acondicionado, para el que se toma las toneladas de aire acondicionado instaladas en el sitio (empleando la conversión a unidades de potencia eléctrica).
* Equipos de transmisión y sincronismo, para el que se toma la potencia requerida para su funcionamiento.

El costo unitario del servicio de acceso a la planta de emergencia se calcula como el costo total de la planta de emergencia entre la potencia eléctrica total requerida por los recursos anteriores, más el costo asociado a la refrigeración de estos equipos, el cual se extrae en una etapa posterior del Modelo (Etapa 6).

## Etapa de reparto 6: Aire Acondicionado

La sexta etapa de reparto atribuye los costos de los equipos de aire acondicionado a los siguientes recursos, en función del espacio ocupado por cada uno de ellos:

* Filtro de máscara, para el que se toma el espacio total ocupado por el mismo en la caseta.
* Transmisor, para el que se toma el espacio total ocupado por el mismo en la caseta.
* Combinador, para el que se toma el espacio total ocupado por el mismo en la caseta.
* Panel de parcheo, para el que se toma el espacio total ocupado por el mismo en la caseta.
* Consumo de aire acondicionado por la subestación eléctrica, para el que se toma el espacio ocupado por los equipos que conforman la subestación eléctrica en la caseta.
* Consumo de aire acondicionado por la planta de emergencia, para el que se toma el espacio ocupado por los equipos que conforman la planta de emergencia en la caseta.
* Equipos de recepción y sincronismo, para el que se toma el espacio total ocupado por cada uno de ellos en la misma caseta.

El costo unitario del servicio de emisión de señal se calcula como el costo total de los recursos que intervienen en la cadena de valor de la prestación de este servicio (filtro de máscara, combinador, panel de parcheo, línea de transmisión y antena radiante) entre el número de canales emitidos por la estación.

Como se ha indicado anteriormente, los costos del uso que hacen del aire acondicionado la subestación eléctrica y la planta de emergencia se atribuyen a tales servicios.

## Costeo de los servicios complementarios

La aproximación seguida para el costeo de cada uno de los servicios complementarios es la siguiente:

* Se calculan los gastos de personal como el producto del número de horas invertidas por el personal involucrado en la prestación del servicio y el salario promedio por hora del mismo.
* A los gastos de personal anteriores se añaden los gastos relativos al traslado del personal involucrado a las instalaciones (por uso del vehículo, gasolina, etc.), así como los gastos en los que se incurre relativos a herramientas y materiales.
* Por último, a los gastos anteriores (personal, traslado y herramientas y materiales) se les añade los gastos generales y de administración, aplicando el mismo porcentaje de G&A que se ha considerado para el resto de servicios modelados.
1. Definiciones y abreviaciones

Se definen a continuación los principales términos y abreviaciones utilizados a lo largo del documento.

* **AEP**: Agente Económico Preponderante.
* **CAPEX**: Del inglés, *Capital Expenditures*.
* **CIPLP**: Costos Incrementales Promedio de Largo Plazo.
* **CCPP**: Costo de Capital Promedio Ponderado.
* **CS**: Concesionario Solicitante.
* **G&A**: Costos Generales y de Administración.
* **IFT**: Instituto Federal de Telecomunicaciones.
* **OPEX**: Del inglés, *Operating Expenditures*.
* **WACC**: Del inglés, Weighted Average Cost of Capital (equivalente al CCPP).
1. No incluye gastos financieros, participación en la utilidad de asociadas, impuestos a la utilidad, etc. [↑](#footnote-ref-2)
2. Encuesta sobre las Expectativas de los Especialistas en Economía del Sector Privado, correspondiente a julio de 2017: <http://www.banxico.org.mx/informacion-para-la-prensa/comunicados/resultados-de-encuestas/expectativas-de-los-especialistas/%7B0C237E2A-64BD-7C29-E094-0B29F11737CF%7D.pdf> [↑](#footnote-ref-3)
3. Visible a través del anexo 1 de la Resolución mediante la cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones suprime, modifica y adiciona las medidas impuestas al Agente Económico Preponderante en el sector de radiodifusión mediante Resolución de fecha de 6 de marzo de 2014, aprobada mediante acuerdo P/IFT/EXT/060314/77’.

<http://www.ift.org.mx/sites/default/files/pitfext270217120verpub_1.pdf> [↑](#footnote-ref-4)
4. Si bien este servicio no está definido como tal en la OPI (bajo el apartado ‘Servicios materia de la presente OPI’), el Anexo ‘4. Tarifas aplicables a los servicios’ recoge una tarifa asociada al uso de la cama de transmisión desde las instalaciones hasta el pie de la torre. [↑](#footnote-ref-5)
5. Del inglés, *Fully Allocated Costs*. [↑](#footnote-ref-6)
6. 1 tonelada de refrigeración equivale a 3.517 W [↑](#footnote-ref-7)
7. Soportada por una serie de cables o arriostras ancladas en el predio. [↑](#footnote-ref-8)