

# 15. Compras, pruebas y preparación logística

César David Córdova Bernuy<sup>1</sup> y Gerson Emilio Araújo Díaz<sup>1</sup>

Los procesos que se presentan en este capítulo se basan en aquellos seguidos por el Grupo de Telecomunicaciones Rurales de la Pontificia Universidad Católica del Perú (GTR-PUCP).

## 15.1. Proceso de compras

El proceso de compras está compuesto por un conjunto de procedimientos que se han de seguir en la adquisición de bienes y contratación de servicios para el desarrollo de un proyecto. Se define este proceso para lograr orden, eficiencia y transparencia en dicho desarrollo. A continuación se explican los pasos que constituyen este proceso, se presenta un ejemplo para ilustrarlo, y se describe con más detalle el procedimiento específico de importación de equipos de telecomunicaciones.

### 15.1.1. Obtener la lista total y definitiva del equipamiento del proyecto

Con base en el diseño final de la red a instalar se elabora una lista detallada del equipamiento que cumple con las características técnicas del proyecto. Definida esta lista, se evalúa el costo aproximado para verificar que se encuentre dentro del presupuesto de referencia; si no es así, se revisa el diseño o las características del equipamiento hasta conseguir ajustar el costo.

### 15.1.2. Clasificar el equipamiento en subsistemas

Consiste en organizar los equipos en el listado de acuerdo a la función que desempeñan, ubicándolos en uno de los subsistemas previamente definidos. Esta clasificación

---

<sup>1</sup>Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Perú

nos ayuda a tener un orden al momento de agregar los equipos, y facilita la elaboración de las órdenes de compra porque en general los proveedores se especializan en ciertas categorías, como por ejemplo equipos de telecomunicaciones, estructuras metálicas, productos de protección eléctrica, equipos informáticos, sistemas fotovoltaicos y materiales consumibles (ferretería en general).

### 15.1.3. Clasificar el equipamiento como compra local o importación

Consiste en evaluar si existen proveedores locales para cada elemento de la lista; de ser así se asocia a una compra local y de lo contrario se asocia a una importación.

Algunos criterios a tener en cuenta en esta clasificación son:

- En forma preferente se deben comprar productos en el mercado local, pues si fuera necesario adquirir algún repuesto se podría encontrar más rápido y, además, en caso de defecto de fábrica es más fácil efectuar un cambio con el proveedor.
- Para el subsistema de infraestructura las compras deben ser locales, teniendo en cuenta dos variantes: las obras civiles y las estructuras metálicas. En el caso de obras civiles, las compras deben realizarse lo más próximo posible a la zona de trabajo, por facilidad en el traslado de materiales. En el caso de estructuras metálicas, que requieren la contratación de empresas especialistas en metalme-cánica, por lo general se las encuentra en las ciudades, donde los proveedores tienen mayor demanda.
- Para los subsistemas de telecomunicaciones, informática y fotovoltaicos, las compras se deben realizar en lo posible en el mercado local. Sin embargo, para aquellos elementos que no se encuentran disponibles en el país se recurre a un proveedor extranjero, considerando una empresa que se encargue del traslado y opere en ambos países.

### 15.1.4. Proceder de acuerdo a los lineamientos de compras

Los lineamientos de compras varían de una institución a otra y normalmente toman como base el costo del bien a adquirir o contratar. A continuación se describen los tipos más comunes.

- **Compra directa simple** (para montos de menor cuantía).
- **Compra considerando al menos tres cotizaciones** (para montos de mediana cuantía). Las cotizaciones se solicitan de manera directa a los proveedores, y se evalúan en forma integral, tomando en cuenta aspectos como la procedencia (si se considera la regla de origen para el proyecto<sup>2</sup>), el cumplimiento de las especificaciones técnicas, el tiempo de entrega y el precio. La compra se puede decidir en una reunión interna entre los coordinadores de la institución responsable.

---

<sup>2</sup>La regla de origen establece que los insumos importados sólo pueden provenir de un grupo de países determinado, y puede ser una condición de la entidad que financia el proyecto.

- **Concurso público por invitación directa** (para montos de mayor cuantía). Debe incluir un mínimo de tres proveedores. Las instituciones socias encargadas del proyecto definen las bases del concurso y el desarrollo del mismo.
- **Concurso por invitación ampliado** (cuando el monto es muy grande y exige mayor responsabilidad por parte del proveedor). Se trata de un concurso público abierto en el que se debe considerar a un mínimo de cinco proveedores. Las instituciones socias encargadas del proyecto definen las bases del concurso y el desarrollo del mismo.

Es importante indicar que en cualquier caso de compra, el procedimiento se basa en un concurso resuelto mediante la comparación de las cotizaciones, que finaliza con un documento que constituye el soporte de la compra. Este soporte debe indicar los proveedores que intervinieron y la justificación de la elección realizada. El proceso busca establecer un conjunto único de disposiciones que permitan tramitar todas las adquisiciones y contrataciones de servicios de manera eficaz y transparente, a la vez que garantiza a los contratistas y proveedores equidad en la evaluación de sus ofertas.

### 15.1.5. Ejemplo genérico del proceso de compras para un proyecto de telecomunicaciones rurales

Supongamos una red de datos inalámbrica (sistema Wi-Fi) de 8 nodos (Figura 15.1), que permite la interconexión de las estaciones cliente E, F, G y H. El objetivo de esta red es brindar comunicaciones de voz y acceso a Internet a través del nodo H, que sería el único punto de salida a Internet.

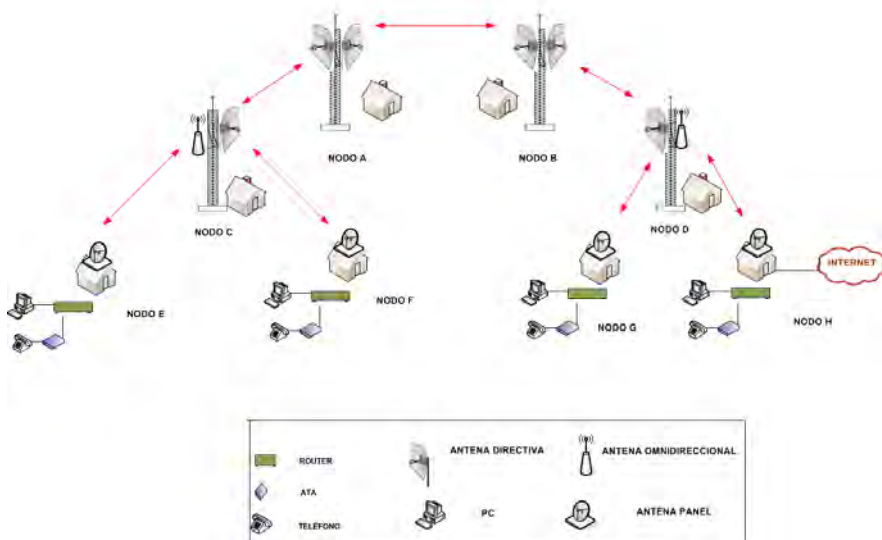


Figura 15.1.: Esquema de una red inalámbrica de 8 nodos.

En la red se identifican tres tipos de nodos de acuerdo a las funciones que desempeñan. Los nodos A y B son repetidores troncales ubicados en puntos estratégicos o zonas alejadas, que sirven para enlazar los extremos de las redes. Los nodos C y D son repetidores locales, encargados de concentrar la comunicación de los nodos cliente de una zona definida y conectarlos a la red troncal; en estos nodos se ubica también un servidor de telefonía de voz sobre IP (Asterisk). Finalmente, los nodos E, F, G y H son estaciones cliente que corresponden a los puntos finales donde los usuarios acceden a los servicios.

El procedimiento a seguir para la compra del equipamiento necesario para esta red es el siguiente.

1. Obtener la lista total y definitiva del equipamiento del proyecto

De acuerdo al diseño final de la red se elabora la lista definitiva del equipamiento (Tabla 15.1). En esta etapa se deben evaluar las diferentes posibilidades que se tienen para cada equipo, primando la opción que ofrezca las especificaciones técnicas requeridas, una marca confiable y un menor precio. Además, si el proyecto define alguna regla de origen hay que considerar este criterio en la evaluación.

2. Clasificar el equipamiento en subsistemas

Los subsistemas definidos para clasificar los equipos en la tabla son: infraestructura, telecomunicaciones, protección eléctrica, informática y energía.

3. Clasificar el equipamiento como compra local o importación

Se define para cada ítem si la compra se realizará en el mercado local o requiere de importación (última columna de la tabla).

4. Proceder de acuerdo a los lineamientos de compras

Definida la lista de equipamiento y clasificada en subsistemas, se procede a la compra de los equipos de acuerdo a los lineamientos de compras definidos por la institución; por ejemplo:

- Compras menores o iguales a USD\$1.000. Se considera a proveedores registrados en los padrones de la institución responsable de las compras. En caso de no existir para un ítem un proveedor idóneo registrado, se considerará un proveedor sugerido.
- Compras mayores de USD\$1.000 pero menores de USD\$20.000. Se requieren tres cotizaciones, para lo cual se considera a proveedores registrados en los padrones de la institución responsable de las compras, como en el caso anterior.
- Compras mayores de USD\$20.000 pero menores de USD\$50.000. Se requiere de un concurso por invitación directa.
- Compras mayores de USD\$50.000. Se requiere de un concurso por invitación ampliado.

Nodo o establecimiento	A	B	C	D	E	F	G	H				
Energía eléctrica convencional	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	NO				
ITEMS									Total	Unidad USDS	Total USDS	Compra local o importación
<b>INFRAESTRUCTURA</b>												
Caseta 2 metros x 2 metros	1	1	0	0	0	0	0	0	2	5.000	10.000	LOCAL
Torre ventada de 15 metros	1	1	1	1	0	0	0	0	4	1.300	5.200	LOCAL
Mástil de 2 metros con platina soldada (alojamiento de antenas)	0	0	0	0	1	1	1	1	4	200	800	LOCAL
Soporte aéreo para 1 panel	0	0	0	2	0	0	0	0	2	120	240	LOCAL
Estructura metálica para 4 paneles	0	0	0	0	0	0	1	1	2	260	520	LOCAL
Platinas para adosar caja de 60x40x20 en la torre ventada	1	1	2	2	0	0	0	0	6	60	360	LOCAL
Platinas para adosar caja de 60x40x25 en la torre ventada	0	0	0	1	0	0	0	0	1	60	60	LOCAL
<b>TELECOMUNICACIONES</b>												
Antena grilla 5.8 GHz 27 dBi (HG5827G)-Hyperlink	2	2	1	1	0	0	0	0	6	100	600	LOCAL
Antena omnidireccional 5.8 GHz 12 dBi (HG5812U-PRO)-Hyperlink	0	0	1	1	0	0	0	0	2	120	240	LOCAL
Antena panel 5.8 GHz de 19 dBi (HG5819P)-Hyperlink	0	0	0	0	1	1	1	1	4	100	400	LOCAL
Cable coaxial Heliux Super Flex 4 metros (N macho - N macho)	2	2	2	2	1	1	1	1	12	60	720	LOCAL
Caja metálica HimeI 600*400*200 (incluye plancha metálica)	1	1	2	2	1	1	1	1	10	120	1.200	LOCAL
Caja para placa Mikrotik - Alix	1	1	2	2	1	1	1	1	10	25	250	LOCAL
Protector de línea 5.8 GHz cuarto de onda (N macho - N hembra)	2	2	2	2	0	0	0	0	8	90	720	IMPOR TACIÓN
Placa Mikrotik RB 433 AH + Fuente	1	1	1	1	1	1	1	1	8	225	1.800	LOCAL
Tarjeta inalámbrica Mikrotik R52HN	2	2	2	2	1	1	1	1	12	80	960	LOCAL
Pigtail MMCX - N hembra	2	2	2	2	1	1	1	1	12	18	162	LOCAL
Placa Alix 2D2 + CF	0	0	1	1	0	0	0	0	2	340	680	IMPOR TACIÓN
ATA Grandstream HT-502	0	0	1	1	1	1	1	1	6	70	420	LOCAL
Teléfono analógico Panasonic	0	0	1	1	1	1	1	1	6	20	120	LOCAL
<b>PROTECCIÓN ELÉCTRICA</b>												
Sistema de pararrayos + sistema de PAT para torre de 15 metros	1	1	1	1	0	0	0	0	4	900	3.600	LOCAL
Sistema de PAT para caseta	1	1	1	1	1	1	1	1	8	750	6.000	LOCAL
<b>INFORMÁTICA</b>												
PC + monitor	0	0	0	0	1	1	1	1	4	700	2.800	LOCAL
Impresora matricial Epson LX-300 II	0	0	0	0	1	1	1	1	4	250	1.000	LOCAL
Mueble para computadora e impresora	0	0	0	0	1	1	1	1	4	150	600	LOCAL
<b>ENERGÍA</b>												
Panel solar Kyocera 85 WP	0	0	0	2	0	0	4	4	10	500	5.000	LOCAL
Batería de libre mantenimiento de 12 VDC - 100 AH	0	0	0	1	0	0	3	3	7	220	1.540	LOCAL
Regulador solar de 12 VDC - 20 A - marca STECA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	110	110	LOCAL
Regulador solar de 12 VDC - 30 A - marca STECA	0	0	0	0	0	0	1	1	2	120	240	LOCAL
Caja metálica LEGRAND 600*400*250	0	0	0	1	0	0	0	0	1	140	140	LOCAL
UPS 500 VA - 300 Watts	1	1	1	0	1	1	0	0	5	380	1.900	LOCAL
Estabilizador de estado sólido marca STABY modelo 600 Watts	0	0	0	0	1	1	0	0	2	120	240	LOCAL
										<b>COSTO TOTAL</b>	<b>48.676</b>	

Tabla 15.1.: Listado de equipamiento clasificado.

### 15.1.6. Proceso de importación de equipos de telecomunicaciones

La importación consiste en el ingreso legal y definitivo de elementos provenientes del exterior a un país. El objetivo de una importación es poder disponer libremente de los elementos importados, para lo cual el dueño o consignatario deber cumplir todas las formalidades aduaneras del país de destino, que consisten básicamente en la declaración veraz de la importación y el pago de los tributos que gravan la misma.

El procedimiento de importación de equipos de telecomunicaciones, según la experiencia del GTR-PUCP, consta de los pasos detallados a continuación.

### 15.1.6.1. Verificación de la homologación de los equipos

En el área de telecomunicaciones es indispensable conocer el reglamento de normalización y homologación de equipos del país a donde se quieren ingresar los productos. La homologación es la verificación de la compatibilidad del funcionamiento y operación de un equipo o aparato con una red o sistema de telecomunicaciones, de acuerdo a las normas técnicas aprobadas por el Organismo Regulador de Telecomunicaciones del país, en el caso del Perú el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Esta normativa tiene la finalidad de proteger los servicios de telecomunicaciones autorizados o concesionados y garantizar la utilización apropiada del espectro radioeléctrico para impedir interferencias. En líneas generales estas normas indican qué equipos requieren ser homologados; por ejemplo, en el Perú deben ser homologados los equipos y aparatos que se conecten físicamente a la red pública de telecomunicaciones y cualquier equipo o aparato perteneciente a una red pública o privada que realice emisiones radioeléctricas con potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) mayor de 10 milivatios.

Los equipos que ya han sido homologados se encuentran autorizados para ingresar al país con el código de homologación asignado. Si se tiene duda sobre si un equipo requiere homologación o no, se debe realizar el trámite de consulta de homologación, y finalmente si se tiene algún equipo que requiere homologación se debe seguir el proceso correspondiente. Tanto el proceso de consulta como el de homologación se deben realizar en el Organismo Regulador de Telecomunicaciones del país donde se importan los equipos.

### 15.1.6.2. Clasificación del equipamiento en importación directa o indirecta

Definida la lista de equipamiento total del proyecto y el equipamiento a importar, se procede a la cotización de los equipos a proveedores extranjeros. Es importante establecer una comunicación directa con los proveedores a través de correos electrónicos o llamadas telefónicas. Con las cotizaciones se define cuáles equipos se pueden importar de manera directa o indirecta.

Si el costo del equipo a importar es inferior a dos mil dólares estadounidenses (USD\$2.000) por proveedor y representa un volumen de tipo paquete de mano, lo recomendable es realizar la importación directa a través del operador logístico con el que trabaja el proveedor.

Si el costo del equipo a importar es superior a cuatro mil dólares estadounidenses (USD\$4.000) por proveedor y representa un volumen considerado carga de bodega, conviene realizar la importación indirecta. Esta consiste en la contratación de un agente de carga en el país donde se compran los productos, el cual consolida todas las compras realizadas en ese país y transporta la mercadería al país de destino. Así mismo, en el país de destino se contrata un agente de aduanas para el proceso de desaduanaje y liberación de la mercadería.

### 15.1.6.3. Ejecución de la importación

Pasos a seguir para realizar una importación directa:

- Coordinar el pago con el proveedor ya sea por transferencia bancaria o por Internet.
- Establecer contacto con el operador logístico para brindarle la descripción o información técnica y las partidas arancelarias de cada elemento que se está importando. El código de la partida arancelaria se obtiene del directorio de partidas arancelarias de cada país.
- Finalmente, a través del operador logístico se realiza el pago al Estado de los impuestos correspondientes a la importación y el pago del servicio de agentes de aduanas, luego de lo cual se libera la mercadería.

Pasos a seguir para realizar una importación indirecta:

- Definir el agente de carga y establecer comunicación directa con él para realizar un seguimiento constante del proceso.
- Coordinar el pago con el proveedor ya sea por transferencia bancaria o por Internet. Es importante asegurarse de que la información que figura en el campo “Bill to” de la factura corresponda siempre al comprador; por ejemplo en el caso del GTR-PUCP el dato sería “Pontificia Universidad Católica del Perú”. La información que figura en “Ship to” debe corresponder al agente de carga.
- Definir el agente de aduanas en el país de destino de la carga. Establecer comunicación directa con el agente de aduanas para brindarle la descripción o información técnica y las partidas arancelarias de cada elemento que se está importando.
- Finalmente, a través del agente de aduanas se realiza el pago al Estado de los impuestos correspondientes a la importación, luego de lo cual se pagan los servicios del agente y se libera la mercadería.

## 15.2. Acondicionamiento de alojamientos mecánicos para los equipos

Luego de realizadas las compras, se tienen que preparar los alojamientos mecánicos como tableros de energía, tableros de equipos y otros. Al definir la disposición de los equipos en los alojamientos mecánicos se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Ordenar los equipos de manera tal que permitan una fácil manipulación a la hora de realizar la instalación, pruebas, verificación de funcionamiento y mantenimiento.
- Verificar el aislamiento eléctrico para evitar posibles falsos contactos y/o posibles descargas eléctricas externas.

- Proteger los equipos de la intemperie.
- Distribuir en forma ordenada y ventilada los equipos.
- Sellar los alojamientos mecánicos para evitar posibles filtraciones de agua, polvo e insectos.
- Si se proyecta la instalación de equipos adicionales en el futuro, considerar una caja de alojamiento más grande.
- Usar productos de buena calidad que garanticen la correcta operación de los equipos y una larga vida útil.

### 15.3. Pruebas de preinstalación de equipos y programas

En el campo, sobre todo en zonas aisladas, es muy importante estar seguros del funcionamiento correcto de cada uno de los componentes a instalar, para evitar pérdidas de tiempo innecesarias. El reemplazo de algún componente defectuoso o mal configurado puede tomar varios días.

Las pruebas de preinstalación sirven además para terminar de definir los parámetros de configuración de los equipos.

Por tal razón, antes de realizar la instalación de los equipos, estos se deberían configurar y probar en el laboratorio para verificar su funcionamiento y el de la red, con base en los parámetros definidos para cada uno de ellos.

En el caso de cables coaxiales y antenas, es recomendable medir previamente los parámetros de radiación mediante un analizador de espectros u otro equipo.

Durante estas pruebas se debe documentar la configuración general de la red, considerando los parámetros para cada nodo. De igual manera, conviene definir el protocolo de pruebas de los equipos y enlaces para verificar su correcto funcionamiento una vez instalados. Finalmente, se deben hacer copias de respaldo de la configuración de cada equipo, para su restauración en caso de ser necesario.

### 15.4. Logística para envío de materiales a la zona de intervención

Las consideraciones a tener en cuenta para el envío de materiales a la zona de ejecución del proyecto son las siguientes:

- Hacer listas de materiales para cada nodo a intervenir.
- Preparar las herramientas según los grupos de trabajo que han de intervenir en las instalaciones.



- Embalar los materiales para cada nodo, etiquetarlos según su lugar de destino, resaltar si son materiales frágiles e indicar si contienen algún líquido, pues de lo contrario durante la manipulación en el transporte habrá más probabilidad de derrames.
- En el caso de materiales de construcción para obras civiles, se deberían hacer las compras cerca de las zonas de intervención para que el traslado a su punto final sea más rápido y económico.
- Para el traslado de los materiales a la zona de intervención se deben conocer las formas de transporte, la duración de los viajes y los costos de transporte.
- Para obtener los costos de transporte se debe contar con una estimación del volumen y peso de los materiales a transportar.