

Especificações técnicas

CONECTIVIDADE AMPLIADA - TELEMÁTICA -

SEGURANÇA DA OPERAÇÃO NOS TÚNEIS DA

REDE

VIÁRIA REGIONAL

1 Índice

1	Índice.....	2
2	Índice de tabelas	3
3	Índice de figuras.....	3
4	Siglas e acrónimos.....	4
5	Introdução.....	6
5.1	Equipamentos e componentes DAS especificados neste documento:.....	7
6	Especificações técnicas	7
6.1	Especificações gerais	7
6.2	Rede Móvel Celular	10
6.3	Active POI (ACU).....	12
6.4	Redes de Emergência e Segurança Pública	15
6.5	Cabos	21
6.6	Antenas.....	24
6.7	Equipamentos / Bastidor da Sala Técnica Principal	26
6.8	Alimentação assistida ou Fonte de alimentação ininterrupta (UPS)	26
6.9	Sistema de Gestão e manutenção	26
7	Garantia e Suporte.....	27
8	Documentação técnica e informação	28
9	Classificação da intervenção e qualificações dos intervenientes na elaboração do projecto de execução.....	29
10	Assistência técnica especial	30
11	Responsabilidades do projectista	30
12	Validação do sistema	31
13	Documentação técnica	32

2 Índice de tabelas

Tabela 4.1: Siglas e acrónimos.....	4
Tabela 6.1: Níveis de cobertura por tecnologia	7
Tabela 6.2: ACU - Especificações requeridas.....	12
Tabela 6.3: Especificações da Unidade Principal e Remota	13
Tabela 6.4: Unidade Principal - Especificações requeridas	15
Tabela 6.5: TETRA SIRESP - Especificações da repetidora <i>off-air</i>	16
Tabela 6.6: TETRA SIRESP - Especificações da Unidade Remota	17
Tabela 6.7: FM - Especificações da unidade remota <i>off-air</i>	19
Tabela 6.8: FM – Especificações da Unidade Remota FM.....	20
Tabela 6.9: Especificações dos cabos radiantes e conector.....	22
Tabela 6.10: Especificações dos cabos coaxiais	23
Tabela 6.11: Especificações da fibra e link para Rede de Emergência e Segurança Pública...	24
Tabela 6.12: Especificações da fibra e link para a rede celular	24
Tabela 6.13: Especificações das antenas para a rede celular.....	25

3 Índice de figuras

Figura 6.1: Túnel bidirecional	9
Figura 6.2: Túnel unidirecional	9

4 Siglas e acrónimos

Tabela 4.1: Siglas e acrónimos

Sigla	Descrição
3GPP	Projeto de parceria de 3. ^a Geração
5G NR	Quinta Geração Novo Rádio
AC	Corrente alternada
ACRR	<i>Adjacent-Channel Rejection Ratio</i>
APC	<i>Angled Physical Contact</i>
ATP	Plano de teste de aceitação
BDA	Amplificador bidirecional
BoM	<i>Build of material (Lista de material)</i>
BS	<i>Band Selective</i> - Selecção de banda
LB	Largura de banda
CMP	Cabo com classificação de pleno
CS	<i>Channel Selective</i> - Selecção de canais
DAS	Sistema de antenas distribuídas
DL	<i>Downlink</i>
EMC	Compatibilidade electromagnética
EN	Norma Europeia
CE	<i>European Standard – Certificação Europeia</i>
FM	Modulação em frequência
FO	Fibra óptica
FRLSZH	<i>Fire retardant/ resistant, low smoke, zero halogen</i>
GSM	<i>Global System for mobile communications</i>
GUI	Interface gráfica do utilizador
HS	Selectividade elevada
ICNIRP	Comissão Internacional de Protecção Contra Radiação Não Ionizante
IEC	Comissão Electrotécnica Internacional
ITU-T	Sector de Normalização das Telecomunicações
LD	<i>Low Delay</i>
LTE	<i>Long Term Evolution</i>
MIMO	Múltiplas entradas e múltiplas saídas
SISO	Entrada única e saída única
MTBF	Mean Time Between Failure
PIM	Intermodulação passiva
POI	Pontos de interface
PVC	<i>Polyvinyl chloride</i>
RF	Radiofrequência
RJ45	Conector Jack 45
RO	Remota óptica

Sigla	Descrição
RSCP	<i>Received Signal Code Power</i>
RSRP	<i>Reference Signals Received Power</i>
SC	Conector padrão
SEM	<i>Spectrum Emission Mask</i>
SIM	Cartão SIM
SIRESP	Sistema Integrado de Redes de Emergência e Segurança de Portugal
SM	Monomodo
UHF	Frequência ultra-alta
UL	<i>Uplink</i>
UPS	<i>Uninterruptible Power Supply</i> - Fonte de alimentação ininterrupta
VSWR	<i>Voltage Standing Wave Ratio</i>
WCDMA	<i>Wideband Code Division Multiple Access</i>
FDD	<i>Frequency Division Duplexing</i> - Múltiplo acesso por divisão de frequência
TDD	<i>Time Division Duplex</i> - Acesso múltiplo por divisão de tempo

5 Introdução

Nos últimos anos as redes rodoviárias da Ilha da Madeira sofreram uma enorme evolução e melhoria. A Região tem vindo a construir mais túneis que não só criaram novas acessibilidades, como também permitiram a melhoria dos tempos de viagem, qualidade e segurança rodoviária.

Nas últimas três décadas as comunicações móveis têm sofrido também uma grande evolução e transformação, sendo hoje uma necessidade para os utilizadores, que esperam ter boa cobertura em qualquer sítio onde se encontrem, a par de ser cada vez mais importante que haja cobertura para as redes de emergência e segurança pública.

A chegada da tecnologia 5G veio revolucionar novamente o mundo das telecomunicações e requerimentos nas redes viárias. A olhar por exemplo para o futuro, para a utilização de carros autónomos, será necessário garantir cobertura, continuidade de ligação em menor latência.

A tecnologia 5G irá ser a tecnologia de suporte para as comunicações V2X (*Vehicle to Everything*) que facilita a comunicação autónoma entre veículos e entre veículos e a infraestrutura, isto para melhorar a segurança rodoviária, diminuir o tráfego, reduzir o consumo de combustível/energia e melhorar a experiência de condução do passageiro. Assim sendo, atualmente há uma enorme necessidade de que as vias rodoviárias contenham as infraestruturas/equipamentos necessários para garantir cobertura dentro e fora dos túneis para as redes de segurança pública e redes móveis celular.

O presente documento descreve os critérios técnicos e de desempenho para a implementação de um Sistema de Antenas Distribuídas (DAS) baseado em fibra óptica, a infraestrutura ficará preparada para a rede móvel celular 5G e será capaz de suportar a rede de comunicações de segurança pública, nomeadamente TETRA (SIRESP) e FM, nos túneis da Região Autónoma da Madeira. A par do DAS, são descritas as especificações para os serviços 4G, 3G e 2G.

A solução DAS deverá ser capaz de repetir sinais dentro da faixa de frequências 87.5-4000MHz.

É esperado que sejam utilizados BDAs separados para a rede de segurança pública e rede móvel celular. No entanto, os sinais de saída devem ser combinados para uma única ligação (cabo radiante ou sistema de distribuição de antenas).

O projetista deverá apresentar uma proposta completa, funcional, cumprindo todas as especificações técnicas descritas no presente documento.

5.1 Equipamentos e componentes DAS especificados neste documento:

1. Amplificadores bidirecionais (BDA)
2. Repetidor *off-air*
3. Unidade ou módulo principal (MU)
4. Unidade Remota (RU)
5. ACU/POI
6. Cabos (cabos de alimentação, cabos coaxiais, cabos radiantes, fibra óptica)
7. Antenas
8. Bastidores para as salas técnicas principais
9. Sistemas de backup ou energia assistida (UPS)

6 Especificações técnicas

A funcionalidade do sistema e solução proporcionada será avaliada tendo em conta a viabilidade e capacidade de cumprir ou exceder os requerimentos especificados nos seguintes subcapítulos:

6.1 Especificações gerais

1. O sistema DAS deverá ser estável, resiliente e eficiente.
2. O projetista deverá proporcionar uma solução DAS que permita que a infraestrutura fique preparada para a rede móvel celular do serviço 5G, que forneça cobertura dentro dos túneis para a Rede de Comunicações de Emergência e Segurança (SIRESP/ TETRA) e radio FM.
3. A solução a ser proporcionada para a rede móvel celular, nomeadamente 5G, poderá ser SISO ou MIMO ficando ao critério do projetista avaliar a área envolvente, isto é, o projetista deve avaliar se é uma localidade densamente povoada, semiurbana ou uma zona rural para propor a melhor solução versus investimento.
4. O projetista deverá proporcionar uma solução de modo a cumprir os níveis de indicadores de cobertura especificados na Tabela 6.1 com um desempenho que seja $\geq 95\%$:

Tabela 6.1: Níveis de cobertura por tecnologia

Tecnologia	Sinal	Nível
5G	SS-RSRP	$\geq -95\text{dBm}$
SIRESP	RSSI	$\geq -85\text{dBm}$
FM	RSSI	$\geq -82\text{dBm}$
GSM	RxLEV	$\geq -85\text{dBm}$
UMTS	CPICH RSCP	$\geq -95\text{dBm}$
LTE	RSRP	$\geq -105\text{dBm}$

5. O projetista deverá garantir também os níveis de sinais nas zonas de *handover* dentro e fora do túnel.
6. O projetista deverá garantir cobertura para SIRESP nas galerias de emergência dos túneis.
7. O sistema proposto pelo projetista deverá incluir numa solução com redundância, podendo esta ser de forma passiva ou ativa, assim como, redundância das fontes de alimentação nas unidades ativas ou rádios.
8. Os equipamentos propostos não deverão estar em versão Alpha/Beta. Todos os modelos de componentes/equipamentos a ser utilizados deverão ter pelo menos um ano de histórico de utilização sem problemas.
9. É requerido um sistema com o menor consumo de potência possível.
10. O projetista deverá ter em conta a instalação e utilização de cabos de fibra óptica independente, isto é, a solução proposta deverá ter em conta a utilização de um sistema de distribuição de fibras independentes do que já possa existir dentro dos túneis pertencentes aos concessionárias locais e operadores de telecomunicações.
11. É da responsabilidade do projetista verificar os requisitos de espaço dentro e fora dos túneis necessários para a instalação dos equipamentos (passivos, activos, UPS, bastidores, etc.) de modo a garantir que exista infra-estrutura física onde acomodar os equipamentos propostos. Se não existirem espaços disponíveis nos armários das edificações existentes, é obrigação contratual do projetista elaborar os respetivos projetos.
12. É da responsabilidade do projetista o equipamento de instalação de cada um dos módulos do sistema, tanto no túnel como nas salas técnicas principais. O projetista tem de ter em consideração todos os materiais necessários para toda a instalação dos equipamentos DAS, como por exemplo bastidores, cabos, suportes necessários para os repetidores, antenas e cabos radiantes.
13. A instalação dos equipamentos deve ser feita conforme as indicações do fabricante de modo a salvaguardar a garantia dos mesmos.
14. Sobre o levantamento e verificação da compatibilidade com equipamentos das concessionárias, o projetista deve validar com estas a localização e instalação de todos os equipamentos, incluindo os ativos e passivos (cabos, splitters, combinadores de sinais e antenas).
15. Todos os equipamentos DAS, antenas e cabos devem ter obrigatoriamente homologação e certificação CE.
16. Os equipamentos propostos devem permitir acesso remoto e o projetista deve validar que o sistema de acesso remoto se integra com infraestrutura de redes de comunicações internas das concessionárias locais.
17. O projetista deve verificar a compatibilidade dos equipamentos com as operadoras de redes móveis e confirmar que a solução proposta cumpre com o espectro atribuído aos operadores móveis locais.

18. Existem na Região Autónoma da Madeira dois tipos de túneis: túneis bidireccionais (com duas vias de circulação, uma em cada sentido) e túneis unidireccionais (com duas vias de circulação no mesmo sentido), como demonstrado na Figura 6.1 e Figura 6.2. O projectista deve propor a melhor solução rádio em cada tipo de túnel e cumprir com o ponto 6.4.3 (FM Break-in).

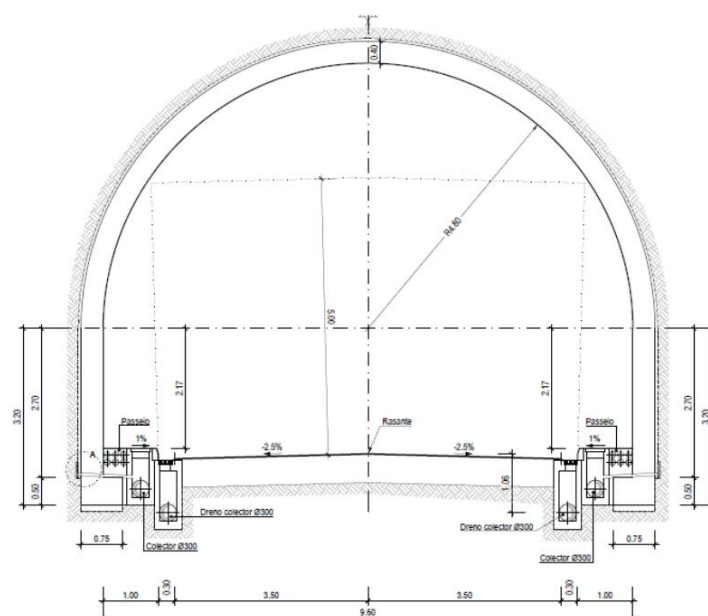


Figura 6.1: Túnel bidirecional

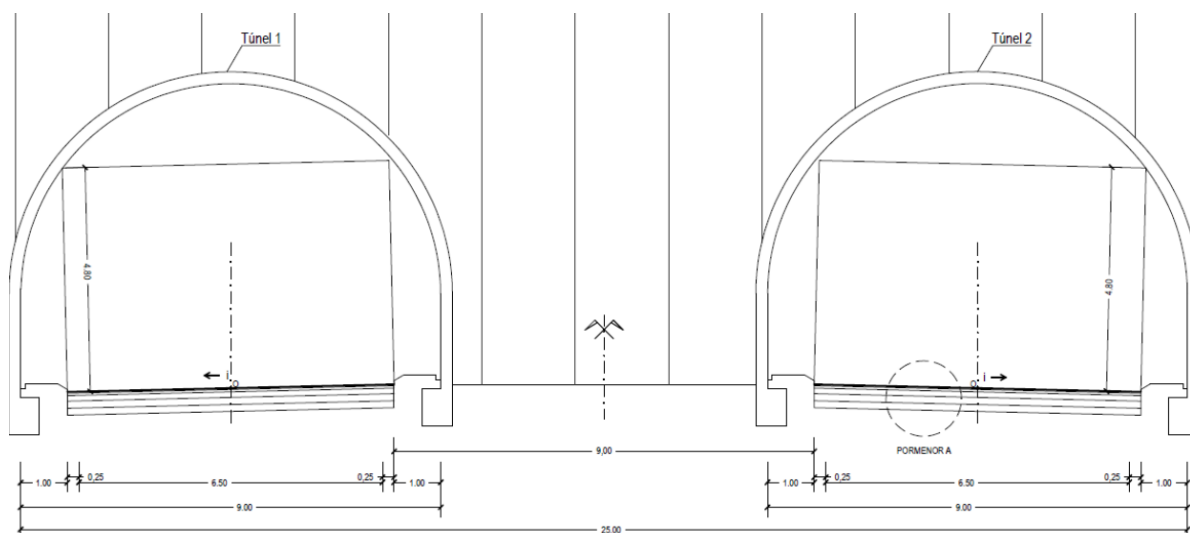


Figura 6.2: Túnel unidirecional

6.2 Rede Móvel Celular

➤ Off-air

Tabela 6.1: Rede móvel celular - Especificações da repetidora *off-air*

Frequências			
Banda	UL (MHz)	DL (MHz)	Largura de Banda (MHz)
FDD 700 (n28)	703-748	758-803	45
FDD 800 (B20)	832-862	791-821	30
FDD 900 (B8)	880-915	925-960	35
FDD 1800 (B3)	1710-1785	1805-1880	75
FDD 2100 (B1)	1920-1980	2110-2170	60
FDD 2600 (B7)	2500-2570	2620-2690	70
TDD 2600 (B38)	2570 – 2620		50
TDD 3600 (n78)	3300 - 3800		500(*)
*Os primeiros 100MHz da banda n78 já se encontram reservados para o operador - Dense AIR (atualmente não fornece serviços na Ilha da Madeira). O restante espectro poderá ser utilizado pelas restantes operadores de comunicações móveis que licitam no leilão em curso com a ANACOM.			
RF			
Descrição		Requerimento	
Min Nr. de sub-bandas		4	
Potência de saída DL (agregada)		33-43dBm	
Potência de saída UL (agregada)		17-27dBm	
Ganho máximo		100dB	
Atenuação do ganho		0-30dB (espaçamentos de 1dB)	
Figura de ruído UL (Max ganho)		700/3600MHz: ≤ 8dB 800/900/1800/2100/2600MHz ≤ 5dB	
Propagation Delay		≤6.5μs	
SEM		900/2100: 3GPP TS 36.106 @ LTE 3GPP TS 25.106 @ WCDMA Restantes: 3GPP TS 36.106	
ACRR			
EVM			
PCDE			
Intermodulação			
Emissão de espúrios			
VSWR de entrada		≤ 1.6	

Alimentação e consumo	
Descrição	Requerimento
Fonte de alimentação	230VAC
Consumo de potência	≤60W
Ambientais	
Descrição	Requerimento
Temperatura de funcionamento	-33°C to +55°C
Humidade relativa	≤95%
Mecânicas	
Descrição	Requerimento
Grau de protecção IP	IP65
Montagem	Montagem de parede
Arrefecimento	Convecção
Portas RF	4.3-10 ou 'N'
MTBF	
Descrição	Requerimento
MTBF	>50.000 Horas
Certificação	
Descrição	Requerimento
Directiva Europeia RoHS 2	2011/65/EU
Saúde e segurança	IEC 62368-1
EMC	ETSI EN 301 489-1 ETSI EN 301 489-50
Rádio	3GPP TS 36.106 3GPP TS 25.106

6.3 Active POI (ACU)

Unidade principal para combinar todos os sinais rádio dos operadores móveis na sala técnica principal.

Tabela 6.2: ACU - Especificações requeridas

RF		
Descrição	Requerimento	
Faixas de frequência	UL (MHz)	DL (MHz)
	703-748	758-803
	791-821	832-862
	880-915	925-960
	1710-1785	1805-1880
	1920-1980	2110-2170
	2500-2570	2620-2690
	3300-3800	3300-3800
Max. potência de entrada	46dBm	
Número de bandas	1	
Número de entradas por banda	4	
Atenuação ajustável	0-25dB	
PIM (43dBm x 2)	-153dBc	
Ripple	3dB	
Fonte de alimentação e consumo		
Descrição	Requerimento	
Fonte de alimentação	230VAC	
Max. consumo de potência	20W	
Ambientais		
Gama de temperatura de funcionamento	+0°C a 45°C	
Humidade de funcionamento	≤ 85%	
Mecânicas		
Descrição	Requerimento	
Grau de protecção IP	IP30	
Montagem	Rack de 19”	
Arrefecimento	Fan	
Portas RF	Entrada: 4.3-10 Saída: QMA	
Certificação		
Descrição	Requerimento	
Saúde e segurança	EN 62368-1 EN 60825-1	

Unidade Principal e Remota

A unidade óptica deverá ser capaz de receber o sinal RF vindo do equipamento *off-air* e convertê-lo em sinal óptico de modo a este ser transmitido via fibra óptica para as unidades remotas, assim como receber o sinal óptico transmitido pelas unidades remotas e convertê-lo em sinal RF de volta para o equipamento *off-air*. Esta tem de ser modular, flexível e ser acessível remotamente.

Tabela 6.3: Especificações da Unidade Principal e Remota

Tabela 6.5: Especificações da Unidade Principal e Remota

Banda	UL (MHz)	DL (MHz)	Largura de Banda (MHz)
FDD 700 (n28)	703-748	758-803	45
FDD 800 (B20)	832-862	791-821	30
FDD 900 (B8)	880-915	925-960	35
FDD 1800 (B3)	1710-1785	1805-1880	75
FDD 2100 (B1)	1920-1980	2110-2170	60
FDD 2600 (B7)	2500-2570	2620-2690	70
TDD 2600 (B38)	2570 – 2620		50
TDD 3600 (n78)	3300 - 3800		500(*)

*Os primeiros 100MHz da banda n78 já se encontram reservados para o operador - Dense AIR (atualmente não fornece serviços na Ilha da Madeira). O restante espectro poderá ser utilizado pelas restantes operadores de comunicações móveis que licitam no leilão em curso com a ANACOM.

RF			
Descrição		Requerimento	
Potência de saída (DL)		43dBm	
Max. Ganho DL		50dB	
Max. Ganho UL		50dB	
Atenuação do ganho		0-20dB (espaçamentos de 1dB)	
Ripple		≤4dB	
Emissão de <i>espúrios</i>		700/800/1800/2600MHz	3GPP TS 36.106
		900/2100MHz	3GPP TS 25.106
Figura de ruído		700/3600MHz: ≤ 8dB 800/900/1800/2100/2600MHz ≤ 5dB	
Atraso do sistema		≤8μs	
Impedância		50Ω	
VSWR		≤1.5	

Ópticas		
Fibra óptica	Monomodo	
Conector óptico	LC/PC	
Comprimento de onda óptico	1270, 1330	
Data rate	12.5*2 Gb/s	
Alimentação e consumo		
Descrição	Requerimento	
Fonte de alimentação	230VAC	
Consumo de potência	Unidade Principal	≤ 130W
	Unidade Remota	≤ 220W por banda
Ambientais		
Descrição	Requerimento	
Temperatura de funcionamento	Unidade Principal	-10°C to +45°C
	Unidade Remota	-40°C to +55°C
Humidade de funcionamento	Unidade Principal	≤ 85%
	Unidade Remota	≤ 95%
Mecânicas		
Descrição	Requerimento	
Grau de proteção IP	Unidade Principal	IP30
	Unidade Remota	IP65
Montagem	Unidade Principal	Montagem de parede
	Unidade Remota	19” Rack
Arrefecimento	Convecção	
Portas RF	4.3-10	
Certificação		
Descrição	Requerimento	
Saúde e segurança	EN 62368-1 EN 50385	
EMC	EN 301 489-1 EN 301 489-5 EN 301 489-50	
Rádio	3GPP TS 25.106 3GPP TS 36.106	

6.4 Redes de Emergência e Segurança Pública

6.4.1 Unidade Principal

A unidade óptica deverá ser capaz de receber o sinal RF vindo do equipamento *off-air* e convertê-lo em sinal óptico de modo a este ser transmitido via fibra óptica para as unidades remotas, assim como receber o sinal óptico transmitido pelas unidades remotas e convertê-lo em sinal RF de volta para o equipamento *off-air*. Esta tem de ser modular, flexível e ser acessível remotamente.

Tabela 6.4: Unidade Principal - Especificações requeridas

Parâmetros gerais	
Descrição	Requerimento
Faixa de frequência	87.5 – 400MHz
Potência de entrada	10dBm (potência combinada)
Número de módulos ópticos	1-8
Gama de temperatura de funcionamento	+5°C a 45°C
Módulos ópticos	
Descrição	Requerimento
Comprimento de onda óptico	<i>Downlink:</i> 1310nm <i>Uplink:</i> 1550nm
Classe do laser	Classe 1
Fonte de alimentação e consumo	
Descrição	Requerimento
Fonte de alimentação	230VAC
Consumo de potência	50W (totalmente equipado)
Interfaces eléctricas externas	
Descrição	Requerimento
Portas RF	Conector do tipo N
Portas ópticas	SC/APC
Entrada AC	Conector IEC
Alarmes externos	Painel de entrada
Conector Ethernet	RJ45
Mecânicas	
Descrição	Requerimento
Grau de protecção IP	IP20
Montagem	Rack de 19'
MTBF	
Descrição	Requerimento
MTBF	> 70.000 Horas
Certificação	
Descrição	Requerimento
Saúde e segurança	IEC 62368-1 IEC 60825-1
EMC	ETSI EN 301 489-50

6.4.2 TETRA (SIRESP)

➤ Off-air

Tabela 6.5: TETRA SIRESP - Especificações da repetidora *off-air*

RF	
Descrição	Requerimento
Faixa de frequência	<i>Downlink:</i> 390-395MHz <i>Uplink:</i> 380-385MHz
Largura de banda	5MHz
Distância duplex	10MHz
Número de canais	4-8
Modo de funcionamento	Modo de seleção de canais (CS) ou seletivo à banda (BS)
Bandas em BS	Até 4 sub-bandas (100kHz – 5MHz com espaçamento de 25kHz)
Impedância	50Ω
RF	
Descrição	Requerimento
Max. figura de ruído	<5dB
<i>Group Delay</i>	CS: <12μs (14μs em modo HS) BS: <2μs no centro da banda <7μs nas extremidades da banda
Potência de saída (por canal)	33-36dBm
RF	
Descrição	Requerimento
Ganho	55 – 85dB (espaçamento de 1dB)
Emissão de espúrios	<-30dBm/ 1MHz
Intermodulação	-45dBc
Alimentação e consumo	
Descrição	Requerimento
Fonte de alimentação	230VAC
Consumo de potência	180W
Ambientais	
Descrição	Requerimento
Temperatura de funcionamento	-25°C to +50°C
Temperatura de armazenamento	-30°C to +70°C
Mecânicas	
Descrição	Requerimento
Grau de proteção IP	Alumínio IP65
Montagem	Montagem de parede
Arrefecimento	Convecção
Portas RF	Do tipo N- Fêmea ou 7/16 Fêmea
Acesso local	Ethernet
Alarmes externos	2-4

MTBF	
Descrição	Requerimento
MTBF	>50.000 Horas
Certificação	
Descrição	Requerimento
Diretiva europeia RoHS 2	2011/65/EU
Diretiva relativamente aos equipamentos rádio	2014/53/EU
Saúde e segurança	IEC 62368-1 EN 50385
EMC	ETSI EN 301 489-1 ETSI EN 301 489-5
Rádio	ETSI TS 101 789-1 ETSI EN 302 561

➤ Unidade Remota

Tabela 6.6: TETRA SIRESP - Especificações da Unidade Remota

RF	
Descrição	Requerimento
Faixa de frequência	<i>Downlink:</i> 390-395MHz <i>Uplink:</i> 380-385MHz
Largura de banda	5MHz
Distancia duplex	10MHz
Impedância	50Ω
Max. figura de ruído	<6dB
<i>Group Delay</i>	<5μs
Potência de saída (agregada)	+36 - 43dBm
Emissão de <i>espúrios</i>	≤-30dBm/1MHz
Intermodulação	-45dBc
Alimentação e consumo	
Descrição	Requerimento
Fonte de alimentação	230VAC
Consumo de potência	<100W
Ambientais	
Descrição	Requerimento
Temperatura de funcionamento	-25°C to +55°C
Temperatura de armazenamento	-30°C to +70°C
Humidade	ETSI EN 300 019-2-4
Mecânicas	
Descrição	Requerimento
Grau de proteção IP	Alumínio IP65
Montagem	Montagem de parede
Arrefecimento	Convecção
Portas RF	N ou 7/16 Fêmea

Portas ópticas	FC/APC
Acesso local	RJ45
Alarmes externos	4
MTBF	
Descrição	Requerimento
MTBF	>50.000 Horas
Certificação	
Descrição	Requerimento
Diretiva europeia RoHS 2	2011/65/EU
Diretiva relativamente aos equipamentos rádio	2014/53/EU
Saúde e segurança	IEC 62368-1 IEC 60825-1 EN 50385

Certificação	
Descrição	Requerimento
EMC	ETSI EN 301 489-1 ETSI EN 301 489-5
Rádio	ETSI TS 101 789-1 ETSI EN 302 561

6.4.3 FM Broadcast e Break-in

O projectista deve garantir que a solução proposta para o sistema FM é independente nos túneis unidireccionais. Caso haja necessidade de interrupção do sinal que está a ser transmitido, por um sinal de emergência (*break-in*) numa determinada direção do túnel, isso não afetará o sinal transmitido na outra direção desse túnel.

No caso dos túneis operados pelas Concessionárias o sistema FM break-in terá de se interligar com os equipamentos de monitorização e controlo já existentes, sendo que o mesmo deverá ser operado em tempo real pelos Centros de Controlo das Concessionárias. Para além disso, deverá cumprir as seguintes especificações:

➤ Off-air

Tabela 6.7: FM - Especificações da unidade remota *off-air*

RF	
Descrição	Requerimento
Faixa de frequência	88 – 108MHz
Largura de banda	20MHz
Largura de banda do canal	200kHz
Impedância	50Ω
Potência de saída (por canal)	26-33dBm
Ganho	55 – 85dB (espaçamento de 1dB)
<i>Spurious Emission</i>	<-36dBm (30kHz LB)
Alimentação e consumo	
Descrição	Requerimento
Fonte de alimentação	230VAC
Consumo de potência	140W
Ambientais	
Descrição	Requerimento
Temperatura de funcionamento	-25°C to +55°C
Temperatura de armazenamento	-30°C to +70°C
Humidade relativa	<95%
Mecânicas	
Descrição	Requerimento
Grau de proteção IP	Alumínio IP65
Montagem	Montagem de parede
Mecânicas	
Descrição	Requerimento
Arrefecimento	Convecção
Portas RF	N ou 7/16 Fêmea
Acesso local	RS232/Ethernet
Alarmes externos	4
MTBF	
Descrição	Requerimento
MTBF	>100.000 Horas
Certificação	

Descrição	Requerimento
Diretiva europeia RoHS 2	2011/65/EU
Diretiva relativamente aos equipamentos rádio	2014/53/EU
Saúde e segurança	IEC 62368-1 EN 50385
Certificação	
Descrição	Requerimento
EMC	ETSI EN 301 489-11 ETSI EN 301 489-52 ETSI EN 301 489-1
Rádio	ETSI TS 101 789-1 ETSI EN 302 018 ETSI EN 302 561

➤ **Unidade Remota**

Tabela 6.8: FM – Especificações da Unidade Remota FM

RF	
Descrição	Requerimento
Faixa de frequência	88 – 108MHz
Largura de banda	20MHz
Impedância	50Ω
Potência de saída (por canal)	+26dBm
Ganho	30-60dB (espaçamento de 1dB)
Figura de ruído	<4dB
Group Delay	2 μs
Alimentação e consumo:	
Descrição	Requerimento
Fonte de alimentação	230VAC
Consumo de potência	<160W
Ambientais	
Descrição	Requerimento
Temperatura de funcionamento	-25°C to +55°C
Temperatura de armazenamento	-30°C to +70°C
Humidade relativa	0 a 95%
Mecânicas	
Descrição	Requerimento
Grau de proteção IP	Alumínio IP65
Montagem	Montagem de parede
Arrefecimento	Convecção
Portas RF	N ou 7/16 Fêmea
Mecânicas	
Descrição	Requerimento
Portas ópticas	1x SC/APC Fêmea
Acesso local	RS232

Alarmes externos	2
------------------	---

MTBF	
Descrição	Requerimento
MTBF	>100.000 Horas
Certificação	
Descrição	Requerimento
Diretiva europeia RoHS 2	2011/65/EU
Diretiva relativamente aos equipamentos rádio	2014/53/EU
Saúde e segurança	IEC 62368-1 IEC 60825-1 EN 50385
Certificação	
Descrição	Requerimento
EMC	ETSI EN 301 489-1 ETSI EN 301 489-5
Rádio	ETSI EN 302 018 ETSI EN 302 561

6.5 Cabos

O projectista deverá ser responsável pela seleção de todos os cabos requeridos para a implementação da solução DAS proposta, nomeadamente cabos coaxiais, cabos de alimentação, cabos radiantes e fibra óptica.

O projectista deverá ser responsável pela solução e validação dos tipos de cabos coaxiais requeridos para o sistema de forma a garantir o bom desempenho do DAS, assim como:

1. Os cabos coaxiais a serem utilizados devem de funcionar dentro da faixa de frequências 88-3800MHz.
2. O projectista deverá garantir que os cabos a serem utilizados sejam do tipo FRLSZH (retardador de fogo, baixo teor de fumo e não halogenado).
3. Os cabos a serem utilizados em zonas exteriores ou zonas abertas devem ser do tipo blindado e devem suportar chuva e raios ultravioleta.
4. Todos os cabos a serem instalados no sistema devem ser tratados de acordo com as especificações do fabricante.

6.5.1 Cabos de alimentação

Os cabos a serem utilizados para a alimentação dos equipamentos do sistema devem ter garantia de segurança com mínimo de 18AWG ou 0.5mm² e máximo de 12AWG 4mm² por condutor.

6.5.2 Cabos Radianes e conectores

O projectista deverá garantir que os cabos riantes propostos na solução tenham um excelente desempenho, baixa atenuação, sejam resistentes a ambientes hostis e cumpram as especificações da Tabela 6.9.

Tabela 6.9: Especificações dos cabos riantes e conector

Eléctricas	
Descrição	Requerimento
Faixa de frequência	75-3800MHz
Velocidade	89%
Mecânicas	
Descrição	Requerimento
Jacket	JFN (Sem halogéneo, não corrosivo, retardador de chama e fogo, baixa emissão de fumo e Poliolefina)
Material condutor interno	Tubo de cobre corrugado
Material condutor externo	Folha de cobre
Ambientais	
Descrição	Requerimento
Temperatura de funcionamento	-70 °C a +85 °C
Conector	
Tipo de linha de transmissão	Cabo coaxial
Tipo de conector	'N' fêmea
Impedância	50Ω
Grau de proteção IP	IP68
Padrões e normas	
IEC 60754-1/-2	Emissão de fumos: não halogenado, não corrosivo
IEC 61034	Baixa emissão de fumo
IEC 60332-1	Retardador de chama
IEC 60332-3-24	Retardador de fogo

É também requerido que os cabos riantes sejam fixados numa superfície plana com a utilização de suportes adequados para garantir a segurança dos cabos.

O projectista deverá garantir que todos os suportes a serem utilizados sejam retardadores de chama, baixo teor de fumo e não halogenados. Todas as partes metálicas deverão ser feitas de aço inoxidável.

É responsabilidade do projectista zelar pelo cumprimento dos níveis de referência ICNIRP (Comissão Internacional de Proteção Contra Radiação Não Ionizante) dos níveis de exposição fixados pela Portaria nº 1421/2004 dos equipamentos radiocomunicações.

6.5.3 Cabos coaxiais

A ligação das unidades remotas à antena deverá ser feita através da utilização de cabos coaxiais apropriados que cumpram as seguintes especificações:

1. É requerido que os cabos coaxiais tenham uma vida operacional de pelo menos 25 anos e que todos os cabos a usar em zonas externas ou abertas deverão ser do tipo blindado e capaz de resistir à chuva e aos raios ultravioleta.
2. É requerido que os cabos coaxiais a serem utilizados dentro do túnel sejam fabricados de materiais retardadores de chama, baixo teor de fumo e não halogenados (FRLSZH).

Tabela 6.10: Especificações dos cabos coaxiais

Eléctricas	
Descrição	Requerimento
Faixa de frequência	75-3800MHz
VSWR	≤ 1.22
PIM (dBc):	≤ -161 @ 2 x 43dBm, conector 4.3-10 ≤ -158 @ 2 x 43dBm, conector do tipo 'N'
Impedância	50 Ω
Mecânicas	
Descrição	Requerimento
Jacket	JFN (Não halogenado, não corrosivo, retardador de chama e fogo, baixa emissão de fumo e Poliolefina)
Ambientais	
Descrição	Requerimento
Temperatura de funcionamento	-40 °C a +125 °C
Humidade de funcionamento	$\leq 95\%$
RoHS	<i>compliant</i>
Classe Plenum	UL-CMP
Padrões e Normas	
IEC 60754-1/-2	Emissão de fumos: Não halogenado, não corrosivo
IEC 61034-1/-2	Baixa emissão de fumo
IEC 60332-1-1/-2	Retardador de chama
IEC 60332-3-24	Retardador de fogo

6.5.4 Cabos de fibra óptica

Para o bom funcionamento do sistema é requerido que a ligação de fibra óptica entre a unidade principal e das remotas seja feita com uma única fibra. A junção de fibras a acontecer deverá ser feita através de fusão de modo a garantir o bom desempenho da ligação.

Na Rede de Emergência e Segurança Pública o projectista deve garantir a utilização de fibras ópticas monomodo com conector SC/APC entre a ligação da unidade principal e unidade remota, assim como as especificações e padrões referidos em Tabela 6.11.

Tabela 6.11: Especificações da fibra e link para Rede de Emergência e Segurança Pública

Fibra	
Descrição	Requerimento
Características	Monomodo 10/125um
Comprimento de Onda (nm)	1270, 1330
Classe	OS2
Link	
Reflectância de transição	>60dB
Atenuação máxima dB/Km	0.4dB (max)
Perdas de fusão (Max)	0.1dB
Nr. De conexões APC (Max)	6
Padrões e Normas	
Recomendações ITU-T G.652.D	
IEC/EN 60793-2-50 cat B.1.3	
IEC-61300-3-35	
RoHS 2015/863/EU	

Na rede móvel celular o projectista deve garantir a utilização de fibras óptica monomodo com conector LC/PC entre a ligação da unidade principal e a unidade remota, assim como as especificações e padrões referidos na Tabela 6.12.

Tabela 6.12: Especificações da fibra e link para a rede celular

Fibra	
Descrição	Requerimento
Características	Monomodo 10/125um
Comprimento de Onda (nm)	1270, 1330
Classe	OS2
Link	
Reflectância de transição	>40dB
Perdas de fusão (Max)	0.1dB
Nr. De conexões APC (Max)	10
Padrões e Normas	
Recomendações ITU-T G.652.D	
IEC/EN 60793-2-50 cat B.1.3	
IEC-61300-3-35	
RoHS 2015/863/EU	

6.6 Antenas

O projectista deverá propor as antenas necessárias para um sistema completo e funcional, cumprindo as seguintes especificações técnicas:

Tabela 6.13: Especificações das antenas para a rede celular

Eléctricas	
Descrição	Requerimento
Faixa de frequência	Galerias nos túneis: 380-400MHz Donor Antena: 87.5-108/380-400/698-960/ 1710-2700 / 3400-4000MHz
VSWR	≤ 1.8
PIM3 (2x43dBm)	$\leq -153\text{dBc}$
Impedância	50 Ω
Max. potência de entrada, por porta	50W
Mecânicas	
Descrição	Requerimento
Conector	'N' ou 4.3-10
Montagem	Parede ou em mastro
Material	PVC
Impedância	50 Ω
Max. potência de entrada por porta	50W
Ambientais	
Descrição	Requerimento
Temperatura de funcionamento	-40 °C a +55 °C
Humidade de funcionamento	$\leq 95\%$
Velocidade máx. do vento (antenas exteriores)	130-150Km/h

1. É da responsabilidade do projectista garantir o cumprimento dos níveis de referência ICNIRP (Comissão Internacional de Proteção Contra Radiação Não Ionizante) uma vez que as remotas sejam ligadas às respectivas antenas.
2. O projectista deve garantir que as antenas não são colocadas perto de fontes de ruído, conhecidas ou suspeitas.
3. É da responsabilidade do projectista que as antenas sejam instaladas com os devidos suportes de modo a garantir uma instalação segura e suporte adequado para evitar a queda da antena.
4. A instalação nas devidas localizações deverá ser feita de forma discreta e seguindo os requerimentos do fornecedor.

6.7 Equipamentos / Bastidor da Sala Técnica Principal

O projectista é responsável pela solução requerida nas salas de equipamento, nomeadamente dos bastidores necessários para a instalação dos componentes DAS nas salas de equipamento.

1. Dimensões do bastidor tendo em conta as dimensões das salas de equipamento
2. Tipo de bastidor que garanta o fácil acesso aos equipamentos
3. Os cabos devem ser instalados e enrolados (se necessário) de forma organizada, seguindo sempre as especificações do fabricante
4. Correta etiquetagem em conectores e cabos

É da responsabilidade do projectista garantir que as soluções propostas para as salas de equipamento tenham em consideração as condições ambientais, de modo a garantir as temperaturas de funcionamento dos equipamentos fornecidos pelo fabricante.

6.8 Alimentação assistida ou Fonte de alimentação ininterrupta (UPS)

Todos os equipamentos do sistema DAS que se encontram na sala de equipamentos (*headend*) deverão estar conectados a um sistema de fonte de alimentação ininterrupta de modo a manter o sistema funcional caso haja uma falha de energia geral.

O projectista é responsável pela verificação e disponibilidade/existência de infra-estruturas onde acomodar os UPS assim como também a instalação correta dos mesmos de modo a cumprir os requisitos do fornecedor e compatibilidade com os equipamentos DAS. As localizações onde o equipamento será instalado devem ser comunicadas ao respetivo responsável e aceites por este.

6.9 Sistema de Gestão e manutenção

O sistema DAS deverá ter um sistema de monitorização e controlo em tempo real que ofereça uma interface interativa para todos os equipamentos do sistema.

O sistema de monitorização deverá incluir as seguintes funcionalidades:

1. Uma Interface do utilizador gráfica (GUI) fácil e intuitivo
2. Acesso via Web
3. Configuração remota dos equipamentos:
 - a. Configuração RF
 - b. Atribuir ou identificar nomes
 - c. Especificação dos limites dos alarmes
 - d. Data e hora

4. Capacidade de identificação dos equipamentos através de alguma destas opções:
 - a. Localização
 - b. Nome
 - c. ID
5. Notificação dos seguintes alarmes:
 - a. Alarmes de comunicação
 - b. Alarmes de temperatura
 - c. Alarme de porta
 - d. Alarme de desempenho
 - e. Alarme de monitorização de corrente
 - f. Alarmes externos
6. Definir alarmes por severidade (baixo, médio, alto, crítico)
7. Logs
 - a. *Status* do sistema
 - b. Alarmes e eventos
 - c. Histórico
 - d. Desempenho
 - e. Modificações efetuadas pelos usuários
8. Capacidade de guardar e exportar as configurações do sistema
9. Multiutilizador:
 - a. O acesso ao sistema remotamente deverá suportar mais do que um utilizador;
 - b. Deverá ter opção de especificar utilizadores com diferentes restrições e direitos de acesso (técnicos e supervisor), cada um com a sua respetiva *password*

7 Garantia e Suporte

Nos termos da presente cláusula e da lei que disciplina os aspetos relativos à venda de bens de consumo e das garantias a ela relativas, o projectista deve validar que o fornecedor garante os bens objeto do contrato pelo prazo mínimo de dois anos, de acordo com artigo 397.º do CCP, a contar da data da assinatura do auto de receção, contra quaisquer defeitos ou discrepâncias com as exigências legais e com características, especificações e requisitos técnicos definidos na secção 6 do presente caderno de encargos.

8 Documentação técnica e informação

De modo a submeter a solução DAS, o projectista deverá fornecer uma proposta detalhada e compreensiva da solução para o projeto, no qual deverá entregar, em formato eletrónico (PDF), a seguinte documentação:

1. Documentação escrita com a informação do MTBF para cada equipamento do sistema
2. Documentação onde o fornecedor deve assegurar a continuidade do fabrico e do fornecimento de todos os componentes e equipamentos que integrem o sistema pelo prazo de 5 anos.
3. O projectista deverá fornecer como mínimo 2 projetos semelhantes onde o equipamento do fabricante foi implementado com sucesso para a cobertura de um sistema de segurança pública e rede móvel celular na Região. Para cada projeto deverá ser incluída a informação de que o sistema foi implementado
4. Diagramas detalhados do sistema:
 - a. Survey (elaboração de foto reportagem, memória descritiva, análise de infraestruturas, medições de cobertura e relatório final do Survey)
 - b. Resultado da simulação de previsão de cobertura nos túneis (iBwave ou ferramentas semelhantes de previsão de sinal rádio indoor)
 - c. Diagrama geral do sistema (CAD)
 - d. *Link Budget* do sistema
 - e. Planta com a localização geográfica dos equipamentos do sistema (CAD)
 - f. Fotos e identificação da localização dos equipamentos
 - g. Desenho da sala técnica principal, layout do bastidor com todos os equipamentos e ligações nas salas técnicas
5. Lista de componentes para o sistema (BoM)
6. Lista de peças de reserva (*spare parts*, como por exemplo fontes de alimentação, unidade de controlo, etc.)
7. Estimativa orçamental da empreitada. Tabela descritiva com as quantidades de equipamentos para um sistema completo
8. Orçamento das peças para substituição. Tabela descritiva com as quantidades de equipamentos para um sistema completo
9. Plano de testes de aceitação (ATP) o qual demonstra, como mínimo, os requerimentos técnicos especificados na secção 6
10. Documentação detalhada do sistema FM break-in de modo a comprovar o referido no ponto 6.4.3.

9 Classificação da intervenção e qualificações dos intervenientes na elaboração do projeto de execução

9.1 - No âmbito da Portaria n.º 701-H/2008, de 29 de julho, a intervenção é classificada na categoria II – “Redes de Comunicação de média e grande dimensão.”

9.2 - O projeto de execução será elaborado e subscrito, nos termos da Lei n.º 40/2015, de 1 de junho e na área das suas qualificações e especializações, por engenheiros e/ou engenheiros técnicos com inscrição válida em associação profissional.

9.3- Para a elaboração dos projetos de execução os Autores previstos no número anterior constituem uma equipa de projeto, a qual será coordenada por um Coordenador de Projeto que, quando qualificado para o efeito, poderá acumular com aquela função a elaboração total ou parcial de um ou mais projetos.

9.4 - A equipa de projeto deverá ser composta por elementos com formação superior em Engenharia Eletrotécnica ou Engenharia Eletrónica e Telecomunicações. As qualificações profissionais mínimas exigidas são as seguintes: Engenheiro, com inscrição válida na Ordem dos Engenheiros ou Engenheiro Técnico de Energia e Sistemas de Potência ou Engenheiro Técnico de Eletrónica e Telecomunicações com inscrição válida na Ordem dos Engenheiros Técnicos

9.5 - Qualquer alteração à composição da equipa indicada em sede de formação do contrato deve ser previamente comunicada e só será aceite caso reúna os requisitos mínimos exigidos no ponto anterior, podendo, para o efeito, ser solicitada informação e documentação adicional para confirmação dos elementos curriculares apresentados.

10 Assistência técnica especial

O projectista prestará assistência técnica especial, conforme referido nos artigos 10.º e 174 da Portaria 701-H/2008, de 29 de julho, onde o projectista encontra-se sempre disponível para os serviços de assistência técnica especial, os quais envolvem:

1. Avaliação técnico-económica de projetos variantes apresentados a concurso
2. Avaliação técnico-económica de alternativas que venham a ser propostas pelos empreiteiros
3. Verificação da qualidade dos materiais, da qualidade de execução dos trabalhos relevantes, do fornecimento e montagem dos equipamentos e instalações, bem como a elaboração dos respetivos pareceres
4. Elaboração dos planos ou projetos de monitorização e manutenção
5. Elaboração de desenhos de preparação de obra, quando os mesmos não sejam elaborados pelo empreiteiro
6. Participação nos ensaios e receção das obras.

11 Responsabilidades do projectista

Esta secção descreve os requerimentos para a seleção dos equipamentos e materiais, assim como também métodos que devem ser cumpridos pelo projectista que irá acompanhar na fase da instalação do sistema.

1. É da responsabilidade do projectista verificar as áreas e as condições das infraestruturas DAS existentes onde o equipamento será instalado
2. O projectista deverá notificar e concordar com os concessionários responsáveis as localizações onde o equipamento será instalado
3. O projectista é responsável pela seleção da solução para a instalação dos equipamentos do sistema (componentes DAS, antenas, cabos coaxiais)
4. O projectista deverá garantir que todos os equipamentos são instalados de forma a garantir o máximo desempenho do sistema como estipulado no projeto
5. Todos os equipamentos devem ser instalados de modo a permitir a fácil adição ou modificação no futuro
6. Todos os equipamentos devem ser instalados seguindo as indicações do fabricante de modo a não quebrar a garantia dos mesmos
7. Garantir que todos os equipamentos sejam instalados de forma organizada e simples, para o bom funcionamento, teste e manutenção
8. Garantir que as salas de equipamentos estejam livres de pó, sujeira ou materiais estranhos antes da instalação dos cabos de fibra óptica
9. Todos os cabos coaxiais devem ser agrupados e instalados de forma segura e organizada

10. Os cabos devem ser apenas agrupados utilizando abraçadeiras por fabricantes apropriados com tensões que não deformem ou danifiquem os cabos, resultando em perdas de transmissão
11. As curvaturas dos cabos deverão seguir as recomendações do fabricante
12. O projectista deve ter o cuidado de validar a localização das antenas e restantes equipamentos, propor em localizações discretas e com menos impacto visual possível
13. O projectista deverá notificar e acordar com as concessionárias as localizações onde as antenas serão instaladas
14. As antenas devem ser instaladas seguindo as especificações do fabricante de modo a garantir o máximo desempenho
15. As antenas devem ser instaladas com os suportes necessários de modo a garantir uma instalação segura e prevenir a queda das mesmas

12 Validação do sistema

Após a instalação de todos os equipamentos é da responsabilidade do projectista a validação do sistema.

1. O projectista deverá verificar que todos os equipamentos foram corretamente instalados, conectados e etiquetados
2. O projectista deverá garantir e acompanhar a configuração dos equipamentos, de modo que o sistema cumpra com os requerimentos especificados
3. O projectista deve acompanhar os ensaios de funcionamento do sistema de modo a garantir que este cumpre com todos os requisitos
4. O projectista deverá registar todos os resultados dos testes e estes deverão ser enviados em formato PDF
5. É da responsabilidade do projectista corrigir qualquer falha no sistema que seja identificada no processo de validação/teste do sistema

13 Documentação técnica

Após a conclusão da instalação e validação do sistema DAS o projectista deverá fornecer toda a informação necessária para o funcionamento e manutenção do sistema incluindo:

1. As telas finais em CAD onde constam todos os equipamentos e localizações dos mesmos, documentação técnica, planos de manutenção e demais documentação que considerem relevante e que deva ser entregue na compilação técnica da obra
2. Os resultados dos ensaios efetuados sobre o sistema, validados, nomeadamente ensaios sobre a fibra e cabos coaxiais, atenuação (perdas de inserção), comprimento e ensaios de reflectometria (*OTDR - Optical Time Domain Reflectometer*). Relativamente aos cabos coaxiais, o projectista terá de validar as medidas realizadas em termos de VSWR, DTF (para confirmar o retorno de energia, distância a falha e comprimentos de cabos instalados) e o PIM (Intermodulação 3.^ª, 5.^ª e 7.^ª ordem) sobre os elementos radiantes em todas as bandas de operação (do 5G -3800MHz até a faixa mais baixa, FM - 88MHz). Os ensaios PIM são recomendados apenas nas bandas ou frequências das redes comunicações móveis. Sendo uma solução partilhada na mesma infra-estrutura, é importante salvaguardar a qualidade do DAS para injetar os sinais dos operadores móveis
3. Ensaios rádios. *Drive tests* a confirmar a cobertura e qualidade dos sinais rádio no interior dos tuneis e a validar a continuidade de sinal para o exterior e de acordo com a tabela 6.1
4. Diagrama de blocos com um esquema que facilmente identifique os diferentes módulos do sistema
5. Cadastro de fotografias evidenciando os locais de afixação dos elementos passivos e ativos da solução