BALDINTZA TEKNIKOEN AGIRIA, SMARTKALEA PROIEKTUAREN ESPARRUAN AIREAREN KALITATEA NEURTZEKO EKIPAMENDUAK HORNITZEA ETA KONTRATATZEA ETA HORRETARAKO LAGUNTZA TEKNIKOA PROZEDURA IREKI BIDEZ KONTRATATZEKO LIZITAZIOA ARAUTUKO DUENA

1. ZERBITZUAREN OINARRIZKO BALDINTZAK

Kontratuaren xedea SmartKalea proiektuaren esparruan airearen kalitatea neurtzeko ekipamenduak hornitu, integratu eta monitorizatzeko zerbitzua zein horretarako laguntza teknikoa ematea da.

SmartKalea proiektua energia berriztagarriak, energia-efizientzia eta Smart proiektuak bultzatzeko Donostia Sustapena, SAk egin duen apustuaren barnean kokatzen da; bultzada hori aipatu sektoreetako eragile nagusiak biltzen dituen Donostia Smart Klusterraren bitartez gauzatuko da. Kolaboraziozko proiektua da, Donostiako Udaleko zenbait departamenturekiko elkarlanean gauzatzekoa (Ingurumen Departamentua, Azpiegitura eta Hiri Zerbitzu Departamentua, Mugikortasun Departamentua, Udal Informatika Zentroa, etab.), Donostia Sustapenak koordinatua; gainera, zenbait laguntzaile teknologiko ere badira (tokiko teknologia enpresak), eta merkataritza/ostalaritza, enpresak eta hiriko biztanleak berak ere partaide dira.

SmartKalea ingurumen jasangarritasuna, energia-efizientzia, herritarren parte hartzea eta gardentasuna sustatzeko helburuarekin sortu zen, punta-puntako teknologia erabiliz, eta, hasiera batean, Kale Nagusian gauzatu zen, Donostiako Alde Zaharreko kale nagusietako batean.

Zehazki, Donostiako saltoki eta etxebizitzetan energia eta ur gehiago aurreztea lortu nahi du, baita kaleko azpiegitura batzuetan gehiago aurreztea ere. 2016ko urtetik aurrera, SmartKalea proiektuak hiriko beste eremu batzuetara zabaldu du bere esku-hartze eremua, Altza auzora adibidez, eta, aldi berean, Smart eremuan jarduketa berriak sartu ditu. Geroago, proiektua Antso Jakituna kalera eta Txomin Enea auzora zabaldu da.

Hirietako airearen kalitatea gero eta interes handiagoa duen alderdia da herritarrentzat, ingurune osasungarri batean bizi ahal izateko. SmartKaleak, airearen kalitatearen jarraipen eta monitorizazioaren bidez, sentsibilizazioa hobetzeko ekintzak gauzatu nahi ditu hirian, baliabideen erabileraren eta erabilera horrek ingurumenean duen eraginaren arloan.

Enpresa esleipendunak kontuan hartu eta gauzatu beharko dituen jarduera eta espezifikotasunak honakoak izango dira, gutxienez:

Neurketa-ekipamendua lizitazio honen zati nagusia da, eta baldintza tekniko batzuk eskatzen ditu, ezaugarri fisikoekin, funtzionamendu jakin batekin eta datuen kalitatearekin batera. Hori guztia Neurketa Ekipamenduen atalean zehazten da.

Hurrengo lerroetan adierazten denaren arabera, Donostia Sustapenak airearen kalitatea neurtzeko ekipamenduaren hornidura eskatuko dio enpresa esleipendunari, neurtu beharreko gas zehatzak eta anemometro bat eduki behar duen ala ez adierazita.

Hornitutako neurketa-ekipamenduaren monitorizazioa, instalatu ondoren, enpresa esleipendunak Donostia Sustapenaren esku jarriko duen web plataforma baten bidez egingo da. Plataforma horren funtzionaltasunak aurrerago zehaztuko dira. Instalatutako neurketa-ekipamenduak dagokion zerbitzarira bidaliko ditu datuak, airearen kalitatearen batezbestekoak plataforma horretan monitorizatu eta tratatu ahal izateko.

Laguntza teknikoari dagokionez, enpresa esleipendunak Donostia Sustapenaren eskakizunei erantzun beharko die zalantzak argitzeari, arazoak konpontzeari, airearen kalitateari buruzko datuak interpretatzeari, txostenak prestatzeari eta abarri dagokienez.

Jarraian zehazten den informazio teknikoa hiru bloketan biltzen da, eta multzo horiek zerbitzu honen xedeari erantzuten diote:

- Neurketa ekipamenduak:
    1. Hari gabeko oinarri estazioa
    2. Aire-kalitatearen sentsoreak
    3. Sentsore anemometro-mekanikoa
    4. Elikadura-packa
- Monitorizazioa
- Laguntza teknikoa

Kontratuaren xede den prestazioaren hasieran, **Zerbitzuaren Hasierako Bilera** bat egingo da enpresa esleipendunarekin, eta bertan zerbitzuaren baldintza guztiak berrikusiko dira, egon litekeen edozein zalantza argitzearekin batera. Era berean, Zerbitzuaren Hasierako Bilera horretan, bi aldeek zerbitzua emateko solaskide bat izendatuko dute, izenak, harremanetarako telefonoak eta posta elektronikoak adieraziz, kontratuaren xedea behar bezala betetzeko.

NEURKETA EKIPAMENDUA

Oro har, enpresa esleipendunak hornitu beharko duen neurketa-ekipamenduak **haririk gabeko oinarrizko estazio** bat izan behar du, **airearen kalitatea neurtzeko sentsore** batzuk –sartu ahal izango diren sentsoreen artean aukeratzekoak; gehienez 5 sentsore/kartutxo aukeratu beharko ditu Sustapenak, neurketa-ekipamendu bakoitzeko–, eta Sustapenak hala eskatzen badu, **sentsore anemometro** bat eta, gainera, **elikadura-pack** bat. Horietako bakoitzaren ezaugarriak geroago zehazten dira.

Arestian adierazitakoarekin bat etorriz, Donostia Sustapenak, hala behar duenean, airearen kalitatea neurtzeko ekipamendua hornitzea eskatuko dio enpresa esleipendunari, Zerbitzuaren Hasierako Bileran definitutako harremanetarako pertsonaren bidez, ekipamendu horrek neurtu beharreko gas zehatzak eta anemometro bat izan behar duen ala ez adierazita.

Neurketa-ekipamenduak hornitzeko epeak gehienez ere 4 astekoak izango dira, Donostia Sustapenak dagokion eskaera formalizatzen duenetik aurrera. Enpresa esleipendunak egokitzat jotzen dituen baliabideak erabiliko ditu ekipamenduak Donostiako udal mugartera bidaltzeko. Gehienez 4 bidalketa eskatu ahal izango dira.

Donostia Sustapena arduratuko da hornitutako neurketa-ekipamenduak eta sentsoreak enpresa instalatzaile baten bidez instalatzeaz. Behar bezala instalatzeko behar diren elementu guztiak hornitu beharko ditu enpresa esleipendunak, bai eta, behar izanez gero, telefono bidezko laguntza teknikoa eman ere.

1. <u>Hari gabeko oinarri estazioa.</u>

Esan bezala, neurketa-ekipamenduek haririk gabeko oinarrizko estazio bat izan beharko dute; horrek honakoak bete eta eduki beharko ditu, gutxienez:

- LTE komunikazio zelular global banda anitzekoak (2G-3G-4G). SIM eta eSIM txartel integratuetarako euskarria.
- Gas kontzentrazioak neurtzeko gas kartutxo adimendunak instalatzeko 5 hargune, gehienez. Zehazki, neurtu beharreko gas kutsatzaileak bost izango dira gehienez, haririk gabeko oinarriko estazio bakoitzeko; mota honetakoak instalatu ahal izango dira: CO, NO, NO2, O3, SO2 H2S, NH3, CO2 eta KOLak.
- Partikula-sentsorerako konpartimentu bat.Zehazki, honakoak izan ahal izango dira: PM10, PM2,5 eta PM1
- Kanpoko tenperaturaren (° C), hezetasun erlatiboaren (%) eta presio atmosferikoaren (hPa) sentsore integratuak.
- Ingurumen zundetarako 3 sarrera.
- GNSS (GPS-Glonass-Beidou).
- Kanpoaldean instalatzeko IP65 karkasa erresistentea.
- Gailuaren instalazio kita: zutoinerako/hormarako euskarria, eta metalezko besarkagailuz eta muntatzeko erremintaz osatu kita.

Estazioak diseinu mekaniko egokia izan beharko du, sentsoreak eguzki-erradiazioarekiko edo euriarekiko zuzeneko esposiziotik babesteko.

Hari gabeko oinarriko estazioak aukera eman beharko du kanpoko zundak konektatzeko:

- Teknologia desberdinak, mekanikoak zein ultrasoinuak, baliatzen dituzten anemometroak. Zunda horiek honako balioak emango dituzte:
  - Haizearen norabidea (deg.)
  - Gehieneko abiadura (km/h)
  - Batez besteko abiadura (km/h)
- Plubliometroa
- Piranometroa
- Ibilgailuak eta pertsonak kontrolatzeko radarra (kopurua eta abiadura)
- Bulbo hezeko globozko termometroa (WBGT)
- Hari gabeko sentsore akustikoa edo sonometroa, gutxienez 2 MOTAkoa, soinu-presioaren mailak 40 eta 130 dBA bitarteko tartean eta IEC 61672 Arauaren arabera neurtzeko gaitasunarekin.

Arestian aipatutakoaren arabera, Sustapenak anemometro baten konexioa eskatu ahal izango du, nahiz eta, hala behar izanez gero, beste edozein konektatzeko aukera eduki beharko den.

2. <u>Aire-kalitatearen sentsoreak</u>

Hornitu beharreko sentsoreak eta gasen sentsore bakoitzak bete behar dituen tarteak honakoak dira:

- Karbono monoxidozko kartutxoak (CO). 0-12.000 ppb-ko tartea
- Nitrogeno monoxidozko kartutxoak (NO). 0-5.000 ppb-ko tartea
- Nitrogeno dioxidozko kartutxoak (NO2). 0-5.000 ppb-ko tartea
- Ozono-kartutxoak (O3). 0-2.000 ppb-ko tartea
- Hidrogeno sulfurozko kartutxoak (H2S). 0-2.000 ppb-ko tartea
- Partikuletarako kartutxo-sentsoreak (pm1.0, pm2.5, pm10). 0-2.000 mg/m^3-ko tartea
- Karbono monoxidoaren sentsoreak (CO). 0-12.000 ppb-ko tartea
- 2 ozono-sentsore (O3). 0-2.000 ppb-ko tartea
- Hidrogeno sulfuroaren 2 sentsore (H2S). 0-2.000 ppb-ko tartea
- Sufre dioxidoaren 2 sentsore (SO2). 0-10.000 ppb-ko tartea
- 2 partikula-sentsore (pm1.0, pm2.5, pm10). 0-2.000 mg/m^3-ko tartea

Bestalde sentsoreek, airearen kalitatea neurtzeko oinarrizko tresna eta neurketa-ekipamenduaren parte baitira, jarraian aurkezten diren ezaugarri teknikoak, laborategiko baldintzak eta landa-lanetarakoak bete beharko dituzte:

Parameter	Type	Unitmeasure	MeasurementRange (1)	Resolution (2)	OptimalOperatingTemperatureRange (3)	Optimal Operating RH Range (4)	Operatinglife (5)	GuaranteeRange (6)
CarbonMonoxide (CO)	Electrochemical	µg/m^3, ppb	0-12,000 ppb	1 ppb	-30 to 50 ºC	15 to 90 %RH	> 24 months	1,000 ppm
CarbonMonoxide (CO)	Electrochemical	µg/m^3, ppb	0-500,000 ppb	100 ppb	-30 to 50 ºC	15 to 90 %RH	> 24 months	1,000 ppm
CarbonDioxide (CO_2)	Non-dispersiveInfrared (NDIR)	mg/m^3, ppm	0-5,000 ppm	1 ppm	0 to 50 ºC	0 to 95% RH	> 7 years	-
Nitric Oxide (NO)	Electrochemical	µg/m^3, ppb	0-5,000 ppb	1 ppb	-30 to 40 ºC	15 to 85 %RH	> 24 months	20 ppm
NitrogenDioxide (NO_2)	Electrochemical	µg/m^3, ppb	0-5,000 ppb	1 ppb	-30 to 40 ºC	15 to 85 %RH	> 24 months (18)	20 ppm
NOx	Electrochemical	µg/m^3, ppb	0-10,000 ppb	1 ppb	-30 to 40 ºC	15 to 85 %RH	> 24 months	70 ppm
Ozone (O_3)	Electrochemical	µg/m^3, ppb	0-2,000 ppb	1 ppb	-30 to 40 ºC	15 to 85 %RH	> 24 months (18)	20 ppm
HydrogenSulfide (H_2S)	Electrochemical	µg/m^3, ppb	0-2,000 ppb	1 ppb	-30 to 50 ºC	15 to 90 %RH	> 24 months	100 ppm
SulfurDioxide (SO_2)	Electrochemical	µg/m^3, ppb	0-10,000 ppb	1 ppb	-30 to 40 ºC	15 to 90 %RH	> 24 months	100 ppm
Ammonia (NH_3)	Electrochemical	mg/m^3, ppm	0-50 ppm	0.3 ppm	-10 to 50 ºC	15 to 90 %RH	> 24 months	100 ppm
VolatileOrganicCompounds (VOCs)	Photoionization	mg/m^3, ppm	0.01-10 ppm	0.01 ppm	-20 to 60 ºC	0 to 99% RH	10,000 hours	20 ppm
PM1	Opticalparticlecounter	µg/m^3	0 - 1,000 µg/m3	1 µg/m³	-10 to 50 ºC	0 to 95 %RH	> 24 months	-
PM2.5		µg/m^3	0 - 1,500 µg/m3	1 µg/m³			> 24 months	-
PM10		µg/m^3	0 - 2,000 µg/m3	1 µg/m³			> 24 months	-

Taula. Sentsoreen ezaugarri teknikoak

Parameter	LDL (Limit DetectionLevel) (7)	Repeatability (8)	Response Time (9)	Performance limit level in Field Conditions (10)	Typical Accuracy (11)	Typical 90% confidenceinterval (12)	R^2 Typical precision (13)	Slope (14)	Expanded Uncertainity (%) in field (15)
CarbonMonoxide (CO)	<50 ppb	<150 ppb	< 30 s	< 50 ppb	±0.08 ppm	0.125 ppm	> 0.85	0.78 - 1.29	<25%
CarbonMonoxide (CO)	-	<0.5 ppm	<600 s	< 50 ppb	±0.08 ppm	0.125 ppm	> 0.85	-	-
CarbonDioxide (CO_2)	-	-	< 30 s	-	±30 ppm	-	-	-	-
Nitric Oxide (NO)	<4 ppb	<10 ppb	< 30 s	< 5 ppb	±4 ppb	10 ppb	> 0.9	0.78 - 1.29	<25%
NitrogenDioxide (NO_2)	<4 ppb	<10 ppb	< 60 s	< 10 ppb	±5 ppb	10 ppb	> 0.85	0.78 - 1.29	<25%
NOx	-	-	< 60 s	< 10 ppb	±6 ppb	12 ppb	> 0.9	0.78 - 1.29	-
Ozone (O_3)	<4 ppb	<10 ppb	< 70 s	< 10 ppb	±8 ppb	14 ppb	> 0.9	0.78 - 1.29	<25%
HydrogenSulfide (H_2S)	-	-	< 60 s	< 10 ppb	±10 ppb	20 ppb	> 0.75	-	-
SulfurDioxide (SO_2)	<4 ppb	<13 ppb	< 60 s	< 20 ppb	±15 ppb	25 ppb	> 0.7	-	-
Ammonia (NH_3)	-	-	< 45 s	< 0.5 ppm	±0.3 ppm	-	-	-	-
VolatileOrganicCompounds (VOCs)	-	-	< 10 s	-	-	-	-	-	-
PM1	1 µg/m3	-	-	-	± 6 µg/m3	12 µg/m3	> 0.9	0.78 - 1.29	<50%
PM2.5	1 µg/m3	-	-	-	± 10 µg/m3	18 µg/m3	> 0.8	0.78 - 1.29	<50%
PM10	1 µg/m3	-	-	-	± 18 µg/m3	30 µg/m3	> 0.7	0.78 - 1.29	<50%

Taula. Sentsoreek laborategiko probetan eta landa-lanetan bete beharreko baldintzak

Sentsoreek bete egin beharko dituzte aurreko taulan adierazitako funtzionamendu baldintzak.

Ezaugarri teknikoak sentsoreen datasheet bitartez egiaztatuko dira.

- Sentsore mota.

- Neurketa-unitatea.
- Neurketa-tartea (1): sentsoreak neurtutako kontzentrazio tartea.
- Bereizmena (2): sentsorea adierazteko gai den neurketa-unitate txikiena.
- Tenperatura-tarte optimoa (3): sentsoreak bere errendimendu optimoan funtzionatzen duen tenperatura-bitartea.
- Hezetasun erlatiboaren tarte optimoa (4): sentsoreak bere errendimendu optimoan funtzionatzen duen hezetasun erlatiboaren bitartea.
- Bizitza baliagarria (5): sentsorearen iraupena baldintza normaletan.
- Berme tartea (6): bermeak estalitako denbora-muga.
- Detekzio muga (7): kantitate neurtuaren balioa, osagai baten absentzia edo presentzia faltsuaren probabilitatea adierazita.
- Errepikagarritasuna (8): sentsore batek eta erreferentziazko tresna batek baldintza berberetan egindako segidako neurketetan jasotako emaitzen arteko antzekotasuna.
- Erantzun denbora (t90) (9): sentsore sistemak amaierako balio egonkorraren % 90 iristeko behar duen denbora.
- Errendimendu mugaren maila (10): maila horren azpitiko irakurketek zehaztua baino errendimendu txikiagoa izan dezakete, erreferentziazko tresnarekiko neurtuta.
- Doitasun tipikoa (11): zenbait herrialdetan 1 eta 8 hilabete arteko landa-saiakuntza batean, -10º eta +30 ºC artean, ekipamenduak eta erreferentziazko tresnek orduero egindako neurketen arteko batez besteko errore absolutu (MAE) gisa lortzen da.
- Konfiantza bitarte tipikoa % 90ean (12): zenbait herrialdetan 1 eta 8 hilabete arteko landa-saiakuntza batean, -10º eta +30º C artean, ekipamenduak eta erreferentziazko tresnek orduero egindako neurketen % 90.
- R^2 doitasun tipikoa (13): zenbait herrialdetan 1 eta 8 hilabete arteko landa-saiakuntza batean, -10º eta +30 ºC artean, ekipamenduak eta erreferentziazko tresnek orduero egindako neurketen arteko batez besteko R^2a.
- Malda (14): zenbait herrialdetan 1 eta 8 hilabete arteko landa-saiakuntza batean, -10º eta +30 ºC artean, ekipamenduak eta erreferentziazko tresnek orduero egindako neurketen erregresio linealaren malda.
- Landako ziurgabetasun hedatua (15): neurketa estandarreko ziurgabetasun konbinatu baten eta bat zenbakia baino faktore handiago baten arteko biderkadura. Sentsore sistemaren landa-neurketek mugako balioaren (LV) balioan duten ziurgabetasun hedatua da.

Era berean, datuaren kalitatea sentsoreen eta ematen dituzten neurketen fidagarritasunaren funtsezko alderdia da; horregatik, sentsoreek baldintza batzuk bermatu behar dituzte, hain zuzen datuaren kalitatea egiaztatu eta frogatu ahal izateko ondoren adierazten denaren arabera:

- Instalatzen diren sentsoreek **aurrez fabrikan testatuak eta kalibratuak izan beharko dute**, eta mekanismoren bat izan beharko dute kalibrazioa automatikoki ekipamendura eramateko, behar ez diren akatsak eta birkalibrazioak saihesteko.
- Enpresa esleipendunak eman egingo du sentsore bakoitzaren **fabrika-kalibrazioaren ziurtagiria**. Ziurtagiri horretan, gutxienez, honako informazio hau jasoko da:

modeloa, serie zenbakia, kalibrazio data, kartutxoaren detekzio muga, errepikagarritasuna eta T90.

- **Partikula-materiala neurtzeko sentsoreak** sentsore optikoa izan behar du, eta partikula-kontagailu optikoen (OPC) funtzionamendu printzipioa erabili, hau da, laser-izpi bat zeharkatzen duen aire-korrontearen lagin batean garraiatutako partikulek sakabanatutako argia neurtu behar du. Neurri horiek partikula-kopurua, -neurria eta -kontzentrazioa zehazteko erabiltzen dira. PM_1, $PM_{2.5}$ eta PM_{10} partikulen masa-kargak sentsorearen bitartez jasotako kontaketa eta neurri datuetatik abiatuta kalkulatzen dira. Partikula txikiak (PM_1 eta $PM_{2.5}$) zein partikula handiak (PM_{10}) zehatz kontatu ahal izateko, sentsoreak gutxienez **20 kontaketa-kanal** eduki beharko ditu, gutxienez 20 partikula-neurri desberdin bereizi ahal izatearren.
- Aipatutako kutsatzaileetarako sentsore guztiek **gai izan behar dute** 102/2011 Errege Dekretuaren I. eranskinean ezarritako **mugako balioa neurtzeko**.
- Sentsoreen fidagarritasuna eta babesa frogatzeko, ezinbestekoa izango da estatuko edo nazioarteko erakundeek egindako **azterlan independenteak** erakustea, azterketa horien emaitzak emanez, bai eta sentsore horien erabilera eta funtzionamendu egokia bermatzen eta babesten duten azterlan zientifikoak edo nazioarteko artikuluak ere. Horretarako, enpresa esleipendunak erakutsi beharko du…

  - ✓ Airearen kalitatea neurtzeko dispositiboak gasetarako eta partikula-materialetarako sentsorez hornituta daudela, eta sentsore horiek ondoren aipatzen den ebaluazioetakoren bat igaro dutela, gutxienez honako emaitza hauek lortuta:

    - Air Quality Sensor Performance Evaluation Center (AQSPEC[2]), ondoren erakusten den taula betez:

	R2	Slope	Intra-Model Variability
O3	>0.80	0.75-1.33	<12%
CO	>0.5	0.75-1.33	<12%
NO	>0.80	0.75-1.33	<12%
PM2.5 - T640	>0.70	0.6-1.65	<12%
PM10 - T640	>0.70	0.6-1.65	<12%

Taula. Ekipamenduek azterlan eta ebaluazio independenteetan lortutako emaitza frogagarriak.

    - AIRLAB[3] Microsensor Challenge ebaluazioa.
    - Gutxienez 2 azterlan zientifiko edo nazioarteko artikulu aurkeztu izana European Union Joint Research Centre-ren aldizkari indexatuan.
    - Evaluación Air Sensor Toolbox, AEBetako Ingurumen Babeseko Agentziarena (USEPA[5])

Ekipamenduen funtzionamendu baldintzak honako betetze matrize honen bitartez justifikatuko dira, baldintza betetzen den zehaztuz eta betetze horren modua justifikatuta.

Datuaren kalitatea	Baldintza	Justifikazioa	Betetzea

Sentsoreak fabrikan testatzea eta kalibratzea			
Fabrikako kalibrazio ziurtagiria			
Partikula-sentsorea	> 20 kontaketa-kanal		
102/2011 Errege Dekretuko I. eranskineko mugako balioa neurtzeko gai den sentsorea			
Azterlan independenteak	AQSPEC		
	AIRLAB		
	JRC artikuluak		
	USEPA		

Taula. Datuaren kalitaterako baldintzak betetzeari buruzko matrizea

3. **Sentsore anemometro-mekanikoa.** Bitartea: 0,5-50 m/s. Bereizmena: 0,25 m/s. 1 unitate.

4. **IP65 (10 Wh) elikadura-packa.**

Elikadura-packak osagai hauek izango ditu:

- Kanpoko IP65 elikadura-iturria, 12 V-koa.
- Potentzia handiko litiozko barne-bateria kargagarria (10 Wh). Sistemak bateria kargagarri bat izan beharko du ekipamenduaren barruan, eguzki-erradiaziorik ez badago gutxienez 7 egunez funtzionamendu autonomoa bermatuko duena.
- Eguzki-panelaren aukera izan behar du, urte osoan zehar etenik gabe erabat funtzionamendu autonomoa izateko moduan. Eguzki-panela instalatzea ahalbidetzeko, eta ekipamenduak trinkoa eta manipulatzen erraza izaten segitzeko:
  - Eguzki-panelaren dimentsioak <25 x 35 cm

Bestalde, **neurketa-ekipamenduek** izan behar dituzten **ezaugarri fisikoak** –dimentsioak, pisua, eta elikadura eta instalazio mota barne– jarraian zehazten dira:

- Neurketa-ekipamenduen ezaugarriak:
  - Enpresa esleipendunak hornitu beharreko neurketa-ekipamenduek txikiak eta trinkoak izan behar dute, manipulatzeko seguruak izateko:
    - Pisua <4 kg
    - Neurriak < 32 cm x 32 cm x 32 cm
  - Osagai nagusi guztiek (datuak atzitzeko elektronika, transmisio elektronika, bateria edo gasen eta partikulen sentsoreak) inguratzaile trinko berean egon beharko dute.
  - Estazioak fatxadan, zutoinean edo luminarian erraz instalatzeko modukoa izan behar du. Instalazioko langileen segurtasuna bermatzeko, estazioek interfaze edo ainguratze bat izango dute. Interfaze hori paramentuari atxikita geratuko da modu iraunkorrean, eta estazioa modu erraz eta seguruan erretiratzeko aukera emango du.

- Instalazioa eta mantentze lanak sinplifikatzeko eta errazteko, gailuek LCD pantaila bat eduki beharko dute, eta bertan gailuaren egoeraren, instalazio egokiaren eta hartutako azken neurrien berri emango da.
- Sentsoreek aukera emango dute haririk gabeko estaziora in situ erraz eta azkar konektatzeko eta deskonektatzeko, eta lan hori berariazko entrenamendurik gabeko edozein mantentze langilek egiteko modukoa izan behar du.

Neurketa-ekipamenduek bete beharreko **funtzionamendu baldintzei** dagokienez (konektagarritasun motak, komunikazioak, funtzionamendu parametroak, neurrien bihurketa eta kalibrazioa), honako hauek zehazten dira:

- • Gutxieneko energia-kontsumoa bermatze aldera, estazioak aukera eman beharko du ekipamendua, urrunetik, zenbait funtzionamendu modutan konfiguratzeko (gutxienez bi modu, geldirik eta funtzionatzeko moduan).
- • Konektibitate aukerek haririk gabeko modua eta Ethernet hartu beharko dituzte barnean.
- • Neurketa-ekipamenduek haririk gabeko konektagarritasuna izango dute 2G/3G eta 4G bidez, edozein sare mugikorren bidez konektatu ahal izateko; protokolo seguruak izango dituzte informazioa denbora errealean transmititzeko, urrunetik konfiguratzeko eta firmwarea eguneratzeko, edo, aukera kableatura joz gero, Ethernet bidez konektatzeko.
- • Neurketa-ekipamenduek konektagarritasun lokaleko aukera izan beharko dute, Modbus RS485 irteera edo antzekoarekin, sentsoreetako datuak lokalean eta denbora errealean transmititzearren datu horiek erabil ditzakeen hirugarren ekipamendu bati. Azken hori datu komertzialak atzemateko edozein gailutara konektatu ahal izango da, haririk gabe bidaltzen diren datu berak lokalean atzitzeko. Konexio bat modu lokalean erabiltzeak ez du geldiaraziko Cloud Kudeaketa Aplikaziora datuak haririk gabe bidaltzea.
- Neurketa-ekipamenduen funtzionamendu parametro guztiak urrunetik konfiguratu ahal izango dira Cloud kudeaketa-aplikaziotik, eta modu lokalean PC batera konektatuta.
  - Neurtu beharreko parametroen laginketa-aldiak aukera eman behar du 10 segundoko gutxieneko neurketa-tartetik gehienez 24 ordura arteko neurketa-tarterainoko konfigurazioa izateko; eta lortutako datuak kontratuaren arduradunak ezartzen duen denbora-tartean bidali behar ditu.
  - Web plataformara datuak bidaltzeko aldiak ere urrunetik konfiguratzeko aukera eman behar du, **5 minututik 24 ordura** bitarteko edozein alditarako, eta laginketa-aldiarekiko independentea izan beharko du.

- Sentsore elektrokimikoen balio elektrikoak ppb edo µg/m^3 kontzentrazio unitate bihurtzeko kalkulua modu autonomoan eta denbora errealean egin beharko da ekipamenduan bertan. Horretarako:

- Ekipamenduek laginketa jarraitua egin behar dute, eta kontzentrazio neurria kalkulatu aldi jakin batean.
- Kalkulu hori egiteko, estazioak berak neurtutako ingurumen parametroak erabili beharko dira, hala nola tenperatura, hezetasuna eta presio atmosferikoa, baina inoiz ez saretik kanpoko iturrien eta sareko beste estazio batzuen kontzentrazio daturik.
- Baztertu egiten da *machine learning* sistemak erabiltzen dituen edo dispositiboak, hedatu aurretik, entrenatu behar diren edozein neurketa-ekipamendu.

- Ezinbestekoa da neurketa-ekipamenduek **kalibrazio mekanismo bat izatea, estazioaren kokalekua aldatzeke urrunetik doitu ahal izatearren** bai oinarrizko lerroa, bai kutsatzaile parametro bakoitzaren sentikortasuna.

Ekipamenduen funtzionamendu baldintzak honako betetze matrize honen bitartez justifikatuko dira, baldintza betetzen den zehaztuz eta modua justifikatuta.

Baldintza		**Justifikazioa**	**Betetzea**
Dispositiboak urrunetik konfiguratzea			
Konektagarritasuna	Haririk gabeko moduan		
	Ethernet		
Haririk gabeko konektagarritasuna	2G/3G eta 4G		
Tokiko konektagarritasuna	Modbus RS485 irteera edo antzekoa		
Laginketa aldia	10 s - 24 h		
Datuak bidaltzeko epea	5 min - 24 h		
Ekipamenduko kontzentrazio balioen kalkulua			
Urrunetiko kalibrazioa			

Taula. Ekipamenduen funtzionamendu baldintzak betetzeari buruzko matrizea

Aurreko taulan ezarritako baldintzak modu kontrolatuan betetzen direla ebaluatu ahal izateko, lizitatzaileak honako hauek aurkeztu beharko ditu:

- Detekzio mugaren, errepikagarritasunaren eta erantzuteko denboraren egiaztapena, sentsoreen kalibrazio ziurtagirien bitartez. Entsegu eta kalibrazio laborategiei aplikatu beharreko arau harmonizatuaren arabera egiaztatutako erakunde batek egin beharko du txosten hori, hau da, gas kontzentraziorako eta 0 kategoriarako irismena duen UNE-EN ISO/IEC 17025 Arauak egiaztatu duen eta independentea den erakunde batek.
- Kontrolatu gabeko baldintza errealetan ekipamenduen funtzionamendu egokia ebaluatzeko, airearen kalitatea monitorizatzeko instalatutako ekipamenduek sentsoreak eduki beharko dituzte, datuak erreferentziako ekipamenduekiko edo baliokideekiko korrelazioarekin lortu ahal izateko, hain zuzen urtarrilaren 28ko 102/2011 Errege Dekretuaren VII. eranskinaren ‘A. Erreferentziako metodoak’ atalaren arabera, korrelazio hori ziurgabetasun hedatu, erregresio lineal eta taulan aurkeztutako balioetara begira kalkulatuta.

- Lizitatzaileek proposamenean egiaztatu beharko dute proposatutako sentsoreek bermatzen dutela aurreko taulan landa-azterketetako erreferentziako estazioekin alderatuta ezarritako gutxieneko korrelazioa. Horretarako, gutxienez azterketa bat, gutxienez hilabeteko iraupeneko bat, aurkeztu beharko da kutsatzaile bakoitzari dagokionez.

MONITORIZAZIOA

Instalatutako neurketa-ekipamenduen monitorizazioa oso garrantzitsua da kontratazio honen garapenean. Web bidezko sarbidea duen software plataforma baten bidez egingo da, horrek aukera emango baitu emandako eta instalatutako sentsore bakoitza grafiko, adierazle eta kontzentrazio mota desberdinak erabiliz ikusi eta kontsultatzeko.

Aire-kalitatearen sentsoreen monitorizazio adimendunarekin, airearen kalitatearen portaerari buruzko informazioa lortu ahal izango da SmartKalea proiektuaren esparruan definitutako ingurune fisikoetan.

Horretarako, enpresa esleipendunak Cloud zerbitzu hauek jarri beharko ditu Sustapenaren eskura:

- Neurketa-ekipamendu paketeak.

Enpresa esleipendunak neurketa-ekipamendu paketeak hornitu beharko ditu, gutxienez honako zerbitzu hauek jasoz horietan:

  - Diagnostikoa: sarearen egoera orokorraren deskripzioa, erregistroen egiaztapena eta diagnostiko automatikoak eguneko 24 orduetan eguneko 7 egunetan zehar.
  - Aurre-baliogabetze tresna automatikoa.
  - Bistaratzea: Dashboard, mapa, dispositibo anitzeko grafikoak, taulak, estatistikak eta EKS.
  - API: datuak kanpo sistemetan txertatzea.

- Sentsore paketeak. Neurketa-ekipamendu bakoitzarentzat honako zerbitzu hauek sartuko dira sentsore multzoei dagokienez:

  - Balidazioa: datu eta bezero etiketak.
  - Analisia: AQI kalkuluak, OpenAir suitea joerak, egutegi-grafikoak, kutsadura arrosa eta Open Air-eko tresna gehiago jasota.
  - Txostenak: esportatzeko txosten pertsonalizatuak.

- Software kontua eta erabiltzaile administratzaile kontua.

Enpresa esleipendunak, software kontu baten eta erabiltzaile administratzailearen kontu baten horniduraren barruan, kontratuaren xedearen eskura jarri beharko ditu aditu baten baimen guztiak dituen erabiltzaile kontu bat, bai eta bezeroaren sarea administratzeko, gailuak lotzeko eta kontuak sortzeko baimenak ere. Zerbitzu horren barruan, enpresa esleipendunak 10 K API dei eman beharko ditu azken erabiltzailearentzat.

Horrela, bada, kontratuaren xedea betetzean, benetan behar dituen unitateak eskatuko dizkio Sustapenak enpresa esleipendunari, adierazitako zenbateko ez lotesleen arabera, zerbitzua ematen hasteko bileran proposatutako solaskidearen bitartez, eta azken horrek 24 ordu baino gutxiagoko epean erantzun eta ebatzi beharko du eskaera, eskatutakoa epe horren barruan hornituta.

Kontratuaren xedearen prestazioaren barruan, eta arestian deskribatutako kontzeptuen barruan, enpresa esleipendunak, zerbitzuaren zati gisa, **software plataforma** bat jarri beharko du prestazioa emateko.

Esleipendunak Donostia Sustapenaren eskura jarri beharko duen **software plataformak** honako baldintza eta zerbitzu hauek bete eta eman beharko ditu:

- Tresneriaren funtzionamendua eta lortutako datuak **modu errazean bistaratzea**, honako hauek ahalbidetuz:
  - Sarearen osasuna eta ekipamenduaren egoera monitorizatzea eta logak kontsultatzea.
  - Urruneko sentsoreen eta sentsore historikoen parametroak denbora errealean irakurtzea.
  - Ekipamenduak mapan bistaratzea, egungo egoera eta azken neurketak adierazita.
- **Bi norabideko komunikazioa**, ekipamenduen firmwarea urrunetik eguneratzeko eta parametro teknikoak eta operatiboak urrunetik konfiguratzeko.
- **Web ingurunean sartzea, software gehigarririk instalatu gabe**, garapenik eta administraziorik gabe, eguneratze automatiko eta gardenekin.
- **Desktop nabigatzaileetara eta mugikorretara egokitutako erantzungarritasuna**. Gailu, aldi eta parametroen mailan kontsulta parametrizatua eta gurutzatua egitea ahalbidetuko du, tresna abandonatu gabe eta fitxategiak deskargatu gabe analisiak egin ahal izateko moduan.
- Monitorizazio sarearen eragiketa eta mantentze lanak erraztuko dituzten funtzionamendu **alarma automatiko adimendunak eduki beharko ditu**, sarearen akatsei aurrea hartzeko eta gorabeheren aurrean azkar erantzuteko. Horrela:
  - Softwareak berehala **detektatu beharko ditu erroreak eta anomaliak** gailuetan eta datuetan, horiek software plataformatik kontsultatzeko aukera emanez eta datuak automatikoki baliogabetuz.
  - Akatsik edo funtzionamendu txarrik izanez gero, **jakinarazpenak edo alarmak** laguntza bat proposatuko dio erabiltzaileari, akats hori konpondu ahal izateko.
- Softwareak **ekipamenduen eta sentsoreen osasuna gainbegiratzeko sistema automatiko** bat izan beharko du, bai eta sistemak/sentsoreek gaizki funtziona dezaketenean datuak **aurre-baliogabetzeko** sistema bat ere, alarma faltsuak saihesteko. Gutxienez, honako hauek detektatzeko gai izan beharko du:
  - Partikula-sentsorearen butxadura.

  - Ekipamenduaren elikatze sistemako akatsa.
  - Gas-sentsorearen haustura edo akatsa.
  - Gas-sentsore pozoitu edo asea.
  - Lainoa eta neurriak baliogabetzen dituzten balizko gas oztopatzaileak.

- Ingurumeneko parametro zein parametro tekniko bakoitzerako, estazioak aukera eman beharko du **atalaseak gainditzeagatiko alarmak konfiguratzeko eta eragiketa-parametroak kontrolatzeko**.
- **Datuak eskuz baliozkotzeko tresna erraz bat** eduki beharko du, datu multzoak garbitu ahal izateko, datuen analisi aurreratua datu fidagarriekin egin ahal izateko.
- **Antzeman beharko du gas- eta partikula-sentsoreek kalibrazioa behar dutela**, eta tresna bat eman beharko du **kalibrazioa urrunetik** egiteko (baseline eta span). Partikula-sentsorea urrunetik doitzeko aukera.
- Gailu eta/edo sare oso baten **ebaluazio txosten automatikoak** erraz konfiguratzeko tresna.
- **AQI** (Air Quality Index) europarraren eta EPAren **kalkulua.**
- **Airearen kalitateari buruzko tresna analitikoak eta txosten aurreratuak** (gailu anitzeko analitika aurreratuko OpenAir tresnak):

  - Oinarrizko estatistikoen kalkulua (maximoa, minimoa, batezbestekoa, eguneko maximoa, 8 h-ko maximoa, 24 h-ko batezbestekoen maximoa, 95eko pertzentila eta 99ko pertzentila), airearen kalitatearena (PM_{10} > 50 µg/m^3-ko egun kopurua, NO2 >106 ppb-ko ordu kopurua, 8 h O_3 > 50 ppb-ko batez besteko egun kopurua eta 8 h O_3 > 60 ppb-ko batez besteko egun kopurua) eta bi ekipamenduen arteko konparazioarena (batezbestekoa, desbideratze estandarra, r^2, erregresio lineala, MAE, errore absolututiko desbideratze estandarra, % 90eko konfiantza tartea eta RMSE).
  - AQI egutegiaren grafikoa.
  - Kutsatzaile kontzentrazioen egutegiaren grafikoa.
  - Kutsatzaileen denbora-grafikoak (kutsatzaileak bi ardatzetan adierazteko grafikoak eta histogramako datu banaketaren grafikoak).
  - Denbora-aldaketa (maximoen, minimoen eta batezbestekoen eguneko, hileko eta orduko aldaketa).
  - Haize-arrosa.
  - Kutsatzaile-arrosa.
  - Maiztasun-grafiko polarra.
  - Grafiko polarra.
  - Korrelazio matrizeak.
  - Sakabanatze diagramak eta erregresio-zuzenaren kalkulua.

- Aukera eman beharko du **aplikazioan bertan beste datu-iturri batzuk integratzeko (meteorologia, adibidez)**, denbora errealean edo fitxategiak txertatuz.
- **Konputagailuan Oinarritutako Mantentze lanen Kudeaketa Sistema (GMAO)**, ekipamendu-sarearen mantentze lanak errazteko, eta, gutxienez, honako hauek ahalbidetzeko:

- Mantentze lan guztien erregistroa.
- Irudiak eta dokumentuak kargatzea.
- Konfigurazio historiarako sarbidea.
- Erregistro egunkaria.

- Softwareak **baimen pertsonalizagarriak dituzten erabiltzaileak kudeatzeko aukera** eman beharko du, gailurako sarbidea eta informazioa erabiltzailearen rolera egokitzeko (alarmen eta datuen kontsumoa, instalazioa, mantentze lanak). Jabetzak rolen eta baimenen hierarkia diseinatuko du, gehienez 3 mailakoa, eta lizitatzaileak programatu beharko du hori, profil teknikoek sartzeko aukera izan dezaten.
- **API konektagarritasuna** izan beharko du, datuetarako sarbide programatikoa ematen duen **API REST seguru baten bidez**.

Azkenik, monitorizazioaren barruan eta, zehazki, software plataformarekin eta datu guztien kudeaketarekin zerikusia duen guztian, azpimarratu behar da enpresa esleipendunak bete egin beharko duela QA/QC aldian egindako datu prozesamendua behar bezala dokumentatuta egotea, WMO (*World Metereological Organization*) delakoaren azken dokumentuko jarraibideei segituz, eta honako hau ere kontuan hartu beharko du:

- Datuaren kalitatea bermatzea (QA), edozein gailuri kalibrazio egokia aplikatuz eta datu monitorizatuak sendoak eta zehatzak direla ziurtatuz.

- Kalitate kontrola (QC), sentsore sarearen epe luzeko jarduna monitorizatuz, kalibratuta jarraitzen dutela eta datu fidagarri eta zehatzak ematen dituztela ziurtatzeko; horrez gain, erabiltzaileari jakinaraziko zaio sareko gailu batek –edo batzuek– mantentze lanen bat behar duenean, esaterako ekipamenduetan akats bat dagoenean, sentsoreak kalibratu behar direnean, sentsoreak ordeztu behar direnean, etab.

LAGUNTZA TEKNIKOA

Enpresa esleipendunak euskarri eta laguntza teknikoko zerbitzua emango dio Donostia Sustapenari, eta zerbitzu horren barruan sartuko dira aurretik deskribatutako zerbitzuekin zerikusia duten gorabeherak konpontzeko lanak, sentsoreen funtzionamenduaren eta aire-kalitatearen balorazioaren arloko kontsultak eta zalantzak, adierazleen interpretazioa, neurketa-ekipamenduen kokapenetako joerak eta aire-kalitateari buruzko azalpenak, txostenak egitea, etab.

Kontratuaren xede den prestazioaren hasieran, Zerbitzuaren Hasierako Bilera bat egingo da enpresa esleipendunarekin, eta bertan zerbitzuaren baldintza guztiak berrikusiko dira, egon litekeen edozein zalantza argitzearekin batera. Halaber, zerbitzuaren hasierako bilera horretan, enpresa esleipendunak solaskide bat izendatuko du Donostia Sustapenak eska ditzakeen gorabeherei erantzuteko, eta solaskidearen telefono-zenbakia eta posta elektronikoa emango ditu. Sustapenak ere, bere aldetik, solaskideak izendatuko ditu Zerbitzuaren Hasierako bilera horretan.

Enpresa esleipendunak laguntza teknikoa eman beharko dio Sustapenari, horrek aurrez eskatuz gero.

Sustapenaren eskaera bati erantzuteko denbora 24 ordutik beherakoa izango da, eta intzidentzia bat ebazteko epea 72 ordutik beherakoa izango da. Eskaera horren kontrola eta jarraipena egingo da, konpondu arte, betiere txostenak egitearekin zerikusirik ez badu.

Zehazki, Sustapenak egindako eskaera txostenak egitearekin lotuta badago, enpresa esleipendunak 10 lanegun baino gutxiagoko epean egin beharko du eskatua, Sustapenaren eskaeratik zenbatzen hasita.

Enpresa esleipendunak zerbitzua emateko izan behar duen prestasuna astelehenetik ostiralera izango da, 08:00etatik 18:00ak arte.

Hilero, enpresa esleipendunak Sustapenari helarazi beharko dio gorabeherei, arrazoiei, erantzuteko denborei, gorabeherak konpontzeko epeei eta gauzatutako konponbideei buruzko informazio guztia, hain zuzen Sustapenak, fakturatu aurretik, egindakoak egiaztatu eta baliozkotu ditzan.

Donostian, 2021eko abenduaren 20an,

MARIA SOLEDAD GARMENDIA BELOQUI - 15968224Z
2022.01.04 12:39:32 +01'00'

Marisol Garmendia Beloqui
Fomento de San Sebastián, S.A. sozietateko presidenteordea