

2. DESCRIPCIÓ TÈCNICA

2.1 Descripció de l'hangar

L'hangar H25 està compost per 4 mòduls de 3 tubs semicirculars, 1 tancament frontal i un posterior. Els mòduls de tubs estan juxtaposats l'un al costat de l'altre i, entre ells, es troben connectats mitjançant una cremallera. A més, a la part inferior dels tubs s'hi solden unes cintes que possibiliten la transmissió d'esforços al terreny.

La rigidesa de l'estructura s'aconsegueix principalment per mitjà de la pressió d'aire aplicada a l'interior dels tubs. Aquesta pressió la proporciona un sistema d'inflat compost per quatre motors, un per cada mòdul de tubs, i els seus respectius conductes d'aire. Atès que l'hangar H25 és estanc, les pèrdues d'aire s'espera que siguin mínimes, el que provoca que la pressió interior per garantir l'estabilitat de l'estructura sigui al voltant de 15-20 mbar¹. Per tant, el sistema d'inflat s'ha dissenyat per tal de mantenir la pressió interior dins d'un rang pròxim a aquest valor.

Per tal de garantir el correcte funcionament de l'estructura, evitar possibles imprevistos i implementar les mesures de seguretat amb suficient antelació en un cas d'emergència, l'hangar disposa d'un sistema de monitorització que controla el valor de la pressió interna dels tubs i verifica que sigui apropiat per un funcionament òptim. A més, el sistema adapta la pressió interna a les necessitats estructurals en funció de les condicions meteorològiques o possibles pèrdues d'aire.

2.1.1 Geometria i dimensions

El cos central de l'hangar H25 està format per dotze tubs, dividits en quatre mòduls de tres tubs cadascun. Els tubs són d'aproximadament 2,8 m de diàmetre i la longitud total de l'hangar de 32 m. La secció transversal de l'hangar és el·líptica. En particular, l'amplada lliure és de 25 m i l'alçada lliure de 12,5 m. Pel que fa a l'amplada i l'alçada totals, són 30,6 m i 15,3 m respectivament.

A la Figura 2 es mostra una vista frontal i una vista en planta de l'hangar amb totes les dimensions especificades, així com la nomenclatura dels tubs i dels mòduls estancs.

¹ 1 mbar = 100 Pa

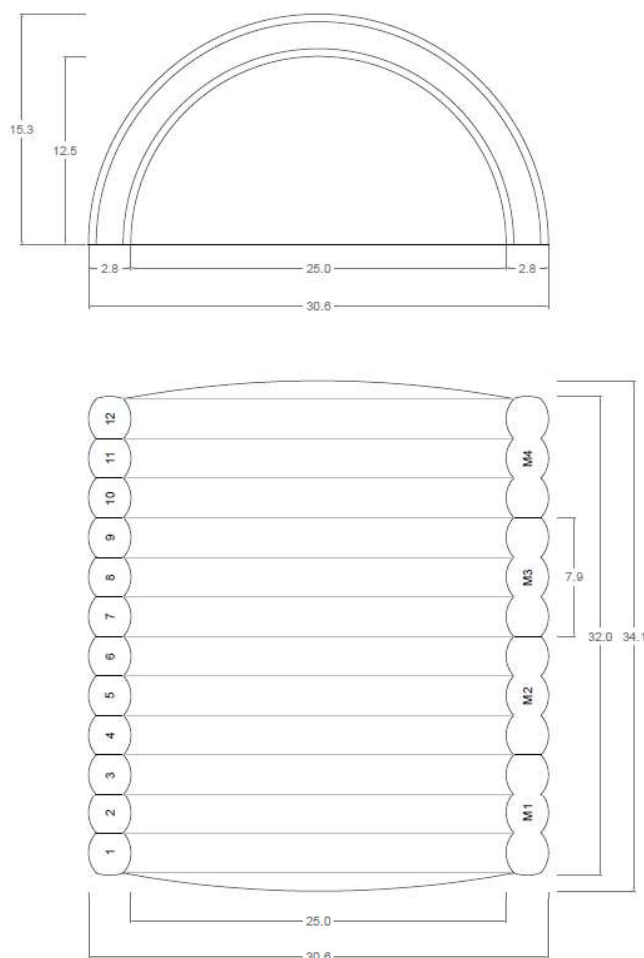


Figura 2. Geometria de l'hangar H25

2.1.2 Unitats estructurals

El cos central de l'hangar es pot concebre com un conjunt d'unitats estructurals, cadascuna amb un rol diferent. Aquestes unitats són:

1. Els quatre mòduls de tubs, per un total de dotze tubs inflables. En aquest grup, també cal tenir en compte les cremalleres que vinculen els mòduls entre sí, així com les costures i les soldadures entre teles i/o cintes.
2. Els tancaments de l'hangar, formats per uns telons de membrana tèxtil, incloent les cintes que transmeten els esforços als ancoratges.
3. Els elements d'ancoratge, tant del cos de l'hangar com dels tancaments.

Els tubs inflables conformen la principal unitat estructural de l'hangar, donat que la pressió interior d'aire a la que es troben sotmesos és l'element que proporciona rigidesa a l'estructura i provoca que l'hangar sigui capaç de fer front a les càrregues exteriors.

Els tancaments de l'hangar estan formats per telons, disposades a la vora del primer i dotzè tub. Aquests telons es reforcen mitjançant un conjunt de cintes soldables, disposades sobre la tela en forma de malla i ancorades al terreny a la part inferior de l'hangar. Per tal de minimitzar l'espai

perdut a causa de la deformació dels telons, els ancoratges dels tancament es disposen format una paràbola de manera que l'eix central del teló es troba desplaçat cap a l'exterior 1,2 metres del pla vertical teòric del teló (veure Figura 3).

Els telons que conformen els tancaments incorporen orificis a la tela per tal de proporcionar punts d'accés. S'inclou un accés per a vianants tant en el tancament davanter com en el posterior. Aquest últim també inclou un accés per a vehicles.

Tant els mòduls de tubs com els telons es troben ancorats al terreny utilitzant armelles. Tanmateix, la tipologia d'armella utilitzada varia en funció de la unitat estructural.

Els tubs inflables estan ancorats al terreny mitjançant cintes que, per un costat, es troben cosides a la membrana i, per l'altre, enclavades a una armella encastada al terra mitjançant un dispositiu mecànic Hilti. Cada tub presenta dos ancoratges, ubicats a una tercera part de la longitud d'arc de la cara exterior del tub des de la costella o interfase entre mòduls. Aquests ancoratges són simples, és a dir, estan compostos per una única cinta i una armella. Per altra banda, a les costelles també s'hi disposen ancoratges. En aquest cas, es tracta d'ancoratges dobles, compostos per dues cintes i dues armelles.

Els telons que conformen els tancaments anterior i posterior es troben fixades al terreny mitjançant armelles abatibles encastades al terreny mitjançant ancoratges Hilti. Aquests ancoratges són mecànics en el cas del tancament posterior i químics pel tancament davanter, amb l'excepció de l'ancoratge central del tancament posterior que és químic.

Un punt a favor del sistema d'ancoratge utilitzat és que no requereix de fonamentacions profundes i l'afectació al terreny existent és mínima. En particular, l'hangar s'ha projectat sobre una superfície de formigó, formada per dues lloses. La primera és una llosa de 15 cm d'espessor composta per un formigó HF-4,5, sobre la qual recolzen els tubs, els motors i el quadre elèctric. L'altra, és una llosa de major resistència, de formigó armat HA-25, sobre la qual s'han projectat els punts d'ancoratge.

A la Figura 3 es mostren les dimensions i característiques de cada una de les lloses, així com un esquema dels punts d'ancoratge. Per complementar el dibuix, també s'inclouen els pendents de les lloses.



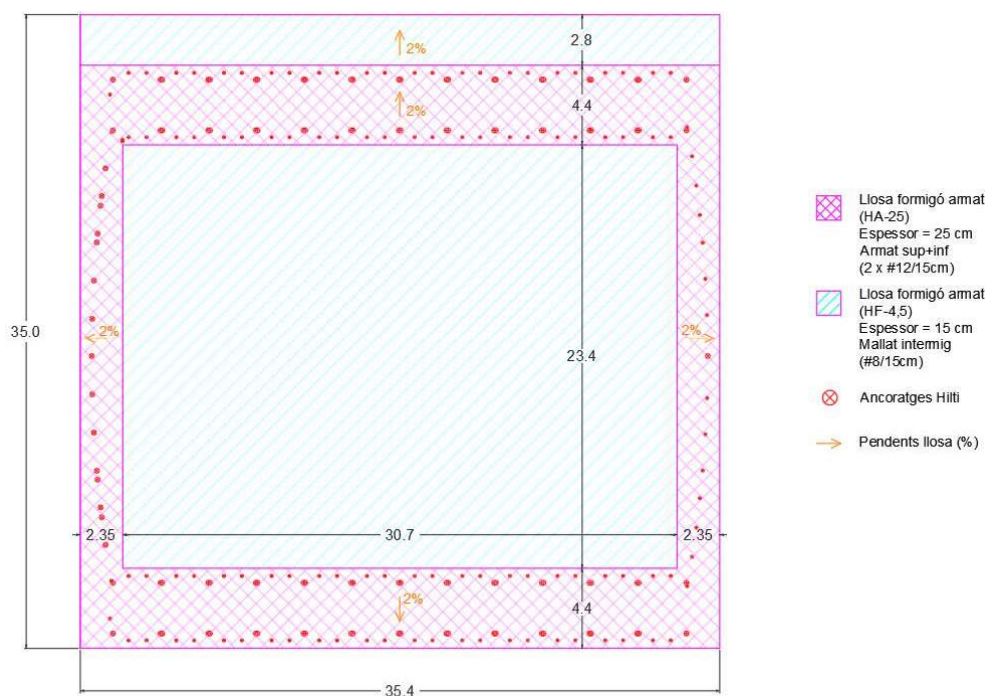


Figura 3. Punts d'ancoratge i lloses de formigó

2.2 Anàlisi estructural

L'anàlisi estructural de l'hangar ha de complir els requisits del client en referència a l'espai útil de treball a l'interior de l'estructura, així com assegurar l'estabilitat estructural per les condicions de càrregues definides a les normes corresponents. En referència a la primera condició, s'exigeix que l'àrea interior de l'hangar sigui de 25x30 metres i l'alçada lliure sigui major o igual a 8 metres.

Aquesta secció conté els aspectes principals a considerar per dur a terme l'anàlisi estructural i el disseny de l'hangar. En particular, es descriuen les càrregues més rellevants que actuen sobre l'hangar i s'indica quins són els valors que prenen aquestes càrregues en el cas que ens ocupa, tenint en compte l'ús de coeficients de seguretat en el disseny.

L'anàlisi estructural s'ha realitzat mitjançant simulacions numèriques, dutes a terme utilitzant el codi *RAMseries*, desenvolupat per *COMPASS*², i el pre i post-processor *GiD*, desenvolupat per *CIMNE*³.

En aquest informe es presenten els resultats obtinguts que demostren l'acompliment dels requisits esmentats en el primer paràgraf d'aquesta secció. Per un costat, es mostra la deformació de les teles per demostrar que es compleix el requisit del client quant a espai útil interior. Per altra banda, es presenten els resultats necessaris per tal de verificar l'estabilitat estructural de la solució adoptada.

² Compass Webpage: www.compassis.com

³ CIMNE Webpage: www.cimne.com

2.2.1 Recull de normatives

Les normatives utilitzades en l'anàlisi estructural de l'hangar H25 són:

- UNE EN 13782 "Temporary structures".
- EN 1991-1-4:2007 "Eurocode 1: Actions on structures. Part 1.4: Wind actions".

2.2.2 Valors de disseny per les càrregues

En el procés de disseny s'ha considerat que les accions que actuen sobre l'hangar són:

- Accions permanents: Per un costat el pes propi dels components estructurals que conformen l'hangar i per l'altre la pressió interior dels tubs que proporciona rigidesa a la estructura, necessària per assegurar la estabilitat de l'hangar.

En condicions normals s'assumeix que la pressió interna dels tubs oscil·larà dins un rang de pressions d'entre 15 i 22 mbar degut que la pressió varia a causa de possibles pèrdues d'aire i canvis de temperatura. A nivell de càlcul, però, es pren com a referència la màxima pressió de 22 mbar, prevista en circumstàncies desfavorables.

- Accions variables: La principal acció variable que actua sobre l'hangar és la pressió de vent.

Per la realització de l'anàlisi estructural, es consideren dues direccions de vent possibles, coincidents amb els casos més desfavorables: vent frontal i vent lateral.

La velocitat bàsica de vent s'assumeix igual a 104,4 km/h. Aquesta velocitat es troba especificada a l'annex D "Acción del viento" del "Documento Básico SA-AE. Seguridad Estructural: Acciones en la edificación".

Atès l'emplaçament de l'hangar, no es contemplen accions variables addicionals, com ara neu, terratrèmols, accions tèrmiques, exposició al foc o accions accidentals. Conseqüentment, a l'anàlisi estructural de l'hangar es consideren dues combinacions de càrregues:

1. Pressió interior 22 mbar + vent frontal
2. Pressió interior 22 mbar + vent lateral

Seguint les indicacions de la normativa, en funció si el vent és frontal o lateral s'assignen uns coeficients de pressió diferents a l'estructura. Per l'aplicació d'aquests coeficients, es divideix l'estructura en zones i se li assigna un valor a cadascuna d'elles.

A la Figura 4 es representa la divisió per zones de l'hangar per a l'aplicació dels coeficients de pressió per ambdues condicions de vent. La imatge de l'esquerra correspon al vent lateral i la de la dreta al vent frontal.

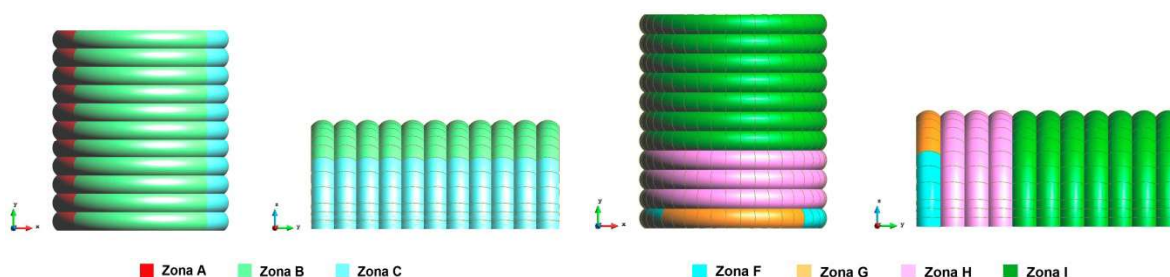


Figura 4. Divisió de l'estructura en zones per l'aplicació dels coeficients de pressió segons la direcció del vent.
Vent lateral (esquerra), Vent frontal (dreta)

Els valors de disseny de les càrregues de vent es resumeixen a la Taula 1, així com els principals paràmetres referents a la geometria i condicions de vent.

Magnitud	Notació	Valor	
Alçada	f	15,3 m	
Amplada frontal	d	30,6 m	
Amplada lateral	l	34,1 m	
Velocitat bàsica fonamental del vent	V_{d0}	104,4 Km/h	
Coefficient de direccionalitat	C_{dir}	1,0	
Coefficient d'estacionalitat	C_{sea}	1,0	
Velocitat bàsica del vent	V_d	104,4 Km/h	
Pressió estàtica equivalent	$q_p(z)$	1594,2 Pa	
VENT LATERAL		$C_{pe,10}$ / Pressió	
Zona A	$C_{pe,10(A)} / P_A$	0,8	1275 (P)
Zona B	$C_{pe,10(B)} / P_B$	-1,2	1913 (S)
Zona C	$C_{pe,10(C)} / P_C$	-0,4	638 (S)
Tancaments	$C_{pe,10(P)} / P_P$	-0,88	1406 (S)
VENT FRONTAL		$C_{pe,10}$ / Pressió	
Zona D (Sobrevent)	$C_{pe,10(D)} / P_D$	0,8	1275 (P)
Zona E (Sotavent)	$C_{pe,10(E)} / P_E$	-0,5	797 (S)
Zona F	$C_{pe,10(F)} / P_F$	-1,1	1754 (S)
Zona G	$C_{pe,10(G)} / P_G$	-1,3	2072 (S)
Zona H	$C_{pe,10(H)} / P_H$	-0,813	1297 (S)
Zona I	$C_{pe,10(I)} / P_I$	-0,5	797 (S)

Taula 1. Resum de les pressions de vent

El coeficient de seguretat aplicat a l'acció del vent ($\gamma_Q=1,5$) es multiplica per un factor $\gamma = 0,7$ corresponent a la condició d'estructura temporal, tal com indica la normativa.

La combinació de càrregues considerada a l'anàlisi estructural de l'hangar és la següent:

$$1,0 P_{\text{pes propi}} + 1,0 P_{\text{inflat}} + 0,7 \cdot 1,5 Q_{\text{vent}}$$

2.2.3 Anàlisi estructural

En aquesta secció es presenten els resultats obtinguts al càlcul estructural per tal de verificar l'estabilitat de l'estructura. Per facilitar la interpretació dels resultats, aquests es divideixen en quatre categories:

1. Deformació
2. Tubs inflables.
3. Telons.
4. Punts d'ancoratge.

2.2.3.1 Deformació

La deformació de l'hangar és un paràmetre de notòria importància en el disseny de l'hangar perquè determina l'espai útil de treball que queda a l'interior de l'estructura.

En el procés de disseny es dimensiona l'hangar per tal que el valor de deformació màxim permeti complir amb els requeriments del client en relació a l'espai.

Els resultats referents a la deformació de l'hangar es presenten a continuació. Per fer més fàcil la lectura, se separen entre deformació longitudinal i transversal. En ambdós casos es fa especial èmfasi en la deformació màxima que pateixen les teles, perquè serà la que determini el volum útil de l'hangar.

Deformació longitudinal

El desplaçament màxim en el sentit longitudinal de l'estructura té lloc al teló a sobrevent en condicions de vent frontal. En condicions de vent lateral, el desplaçament que presenta la tela dels telons és cap a l'exterior de l'estructura, pel que no afecta al volum útil de treball i per tant no és un cas problemàtic.

Tenint en compte que segons la direcció del vent qualsevol d'ambdós telons podria ser considerat a sobrevent, el resultat obtingut a l'anàlisi estructural s'aplica en el disseny de tots dos tancaments.

A la Figura 5 es mostra un gràfic de colors indicant els desplaçaments en la direcció del vent que pateix l'estructura quan el vent es frontal. En aquesta imatge s'aprecia molt clarament que el desplaçament màxim en condicions de vent frontal té lloc als tancaments de l'estructura.

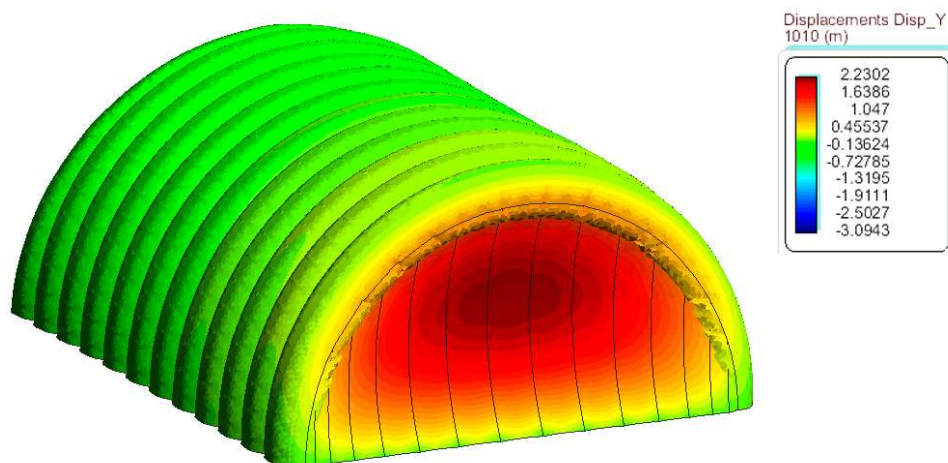


Figura 5. Deformació de l'hangar en la direcció del vent en condicions de vent frontal

A la Figura 6 es mostra la mateixa configuració deformada de l'hangar que a la Figura 5 però vista lateralment, de manera que es pot veure fàcilment la deformada dels tancaments a qualsevol alçada. El punt de màxim desplaçament que s'observa la figura correspon al pla mig de l'hangar, que tal com s'ha vist a la Figura 5, és el pla on la deformació dels telons és màxima.



Figura 6. Vista lateral de la deformació dels telons en condicions de vent frontal

A les imatges anteriors s'observa que el teló que conforma el tancament davanter es deforma un màxim de 2,23 metres cap l'interior de l'hangar en el pla mig del tancament. Tenint en compte que en aquest pla la longitud de l'hangar és de 34,1 metres (veure Figura 2), es compleix el requeriment del client de disposar d'un mínim de 30 metres útils a l'interior de l'estructura.

Deformació transversal

El màxim desplaçament en sentit transversal de l'estructura es dona en condicions de vent lateral i té lloc a la cara de l'hangar ubicada a sobrevent.

Tal com s'ha fet en el cas anterior, es comença per mostrar un gràfic de colors dels desplaçaments en la direcció del vent, en aquest cas quan el vent és lateral. A la Figura 7 s'observa amb claredat que els desplaçaments màxims cap a l'interior de l'estructura, i per tant crítics, tenen lloc a la cara lateral ubicada a sobrevent.

A la imatge també s'observen arrugues en els punts de màxima deformació. Aquestes arrugues són fruit de la simulació numèrica i no apareixen de forma tan marcada a la realitat. La seva raó de ser, és que al model numèric se li permet assolir compressions baixes per tal de poder-lo estabilitzar. Aquestes petites compressions no alteren significativament els resultats obtinguts, però poden causar fenòmens com l'esmentat.

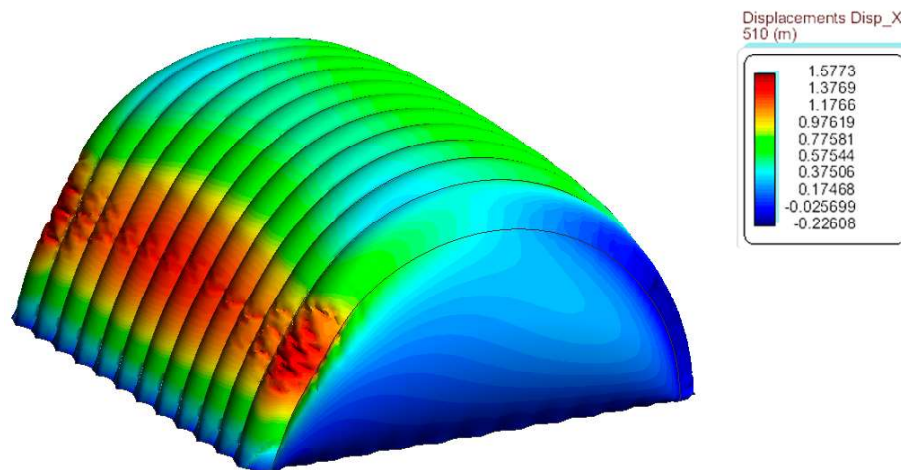


Figura 7. Deformació de l'hangar en la direcció del vent en condicions de vent lateral

A la Figura 8 es mostra una imatge frontal de l'hangar on s'aprecia millor la configuració deformada en condicions de vent lateral. A més, a la imatge se superposa la configuració deformada amb la configuració inicial de l'hangar, per poder fer-se una idea més clara dels desplaçaments que pateix l'estructura.

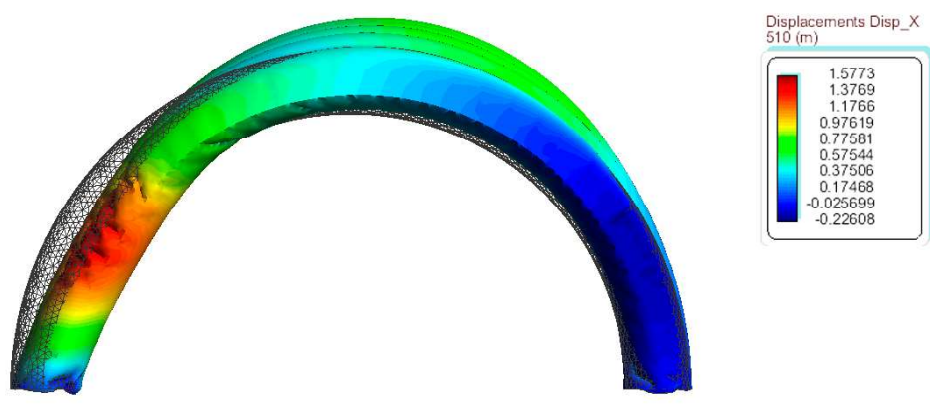


Figura 8. Deformació transversal a causa de vent lateral

Tal com s'observa molt clarament a la Figura 8, la deformació màxima de la tela té lloc a mitja alçada de la cara ubicada a sobrevent i el desplaçament màxim que determina l'espai útil de l'hangar és d'1,57 metres.

2.2.3.2 Tubs inflables

La tela utilitzada per conformar els mòduls estancs de tubs inflables i els tancaments de l'hangar és de la tipologia SATTLER 745. Es tracta d'una tela composta per una malla de fils de polièster recoberts de PVC que compleix els requisits de resistència al foc indicats a la normativa NFPA 409 i la NFPA 701. Per altra banda, les costelles entre tubs s'han realitzat mitjançant una tela Ferrari 902-S2, atès que és una zona sotmesa a grans esforços i és oportú l'ús d'una tela de major resistència.

Per aclarir quines tipologies de tela s'utilitzen per cada zona de l'hangar, s'adjunta la Figura 9. A més, aquesta imatge permet entendre fàcilment a què es fa referència quan es parla de costelles, interfases i telons, que són tres elements que apareixen de forma continuada a l'anàlisi estructural.

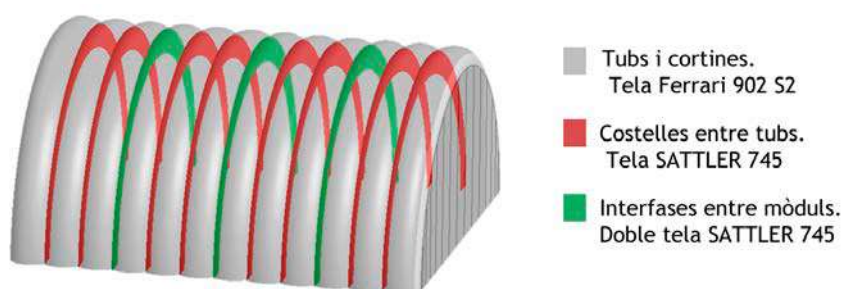


Figura 9. Representació per colors dels elements de l'hangar segons la tipologia de tela

Les propietats mecàniques d'ambdues tipologies de tela es mostren a la Taula 2.

Propietats	Tubs	Costelles	Unitats
Tipus	SATTLER 745	Ferrari 902 S2	
Pes	640	950	[g/m ²]
Espessor	0,60	0,72	[mm]
Resistència característica (f_k)	250	400	[daN/5cm]

Taula 2. Propietats mecàniques de les teles que conformen l'hangar

De la simulació numèrica s'obtenen les forces axials principals N_1 i N_2 i es comparen amb les resistències de disseny de les membranes esmentades a la taula anterior. Cal tenir en compte que a la interfase entre dos mòduls de tubs la resistència és el doble de la esmentada a la taula, és a dir, 500 daN/5cm, donat que en aquest punt conflueixen dues membranes (una de cada mòdul) i per tant la resistència es duplica.

La relació entre les màximes forces actuant sobre les membranes i la resistència d'aquestes determina el factor de seguretat amb el qual s'han dut a terme els càlculs. Els factors de seguretat corresponents es mostren a la Taula 3.

Segons el seu rol estructural davant l'acció del vent, les membranes es divideixen en tres grups:

1. Les membranes que conformen les cares exterior i interior dels mòduls de tubs.
2. La membrana a la interfase entre dos mòduls de tubs, que es troben en contacte a causa de la pressió interior d'aire. Atès que en aquests punts hi conflueixen dues membranes, una corresponent a cada mòdul, la resistència és aproximadament el doble.

3. La membrana que conforma les costelles ubicades entre tubs dins d'un mateix mòdul. Es tracta d'una única membrana, tot i que de major resistència que conforma els tubs.

La simulació numèrica mostra grans concentracions de forces axials a les membranes en aquells punts pròxims als punts fixos que simulen els ancoratges dels tubs. Aquestes concentracions són resultat de la simulació numèrica amb elements finits que utilitza el programa per dur a terme els càlculs, tanmateix, no es un fenomen que succeeixi realment i, per tant, cal dissenyar l'hangar sense considerar les concentracions de forces axials.

Cas	N ₁ (daN/5cm)	N ₂ (daN/5cm)	Factor de seguretat FS
Tubs			
Vent frontal	150	70	1,6
Vent lateral	150	40	1,7
Interfase entre mòduls			
Vent frontal	110	37	2,9
Vent lateral	250	25	2,0
Costelles			
Vent frontal	110	37	2,3
Vent lateral	250	25	1,6

Taula 3. Forces axials principals i factors de seguretat

Les unions dels patrons de tela que conformen els mòduls de tubs es realitzen per mitjà de costures i soldadures. En particular, la unió dels patrons de la membrana exterior dels mòduls es realitza mitjançant soldadures, exceptuant la junta entre la membrana exterior i la tela que conforma la interfase entre mòduls, que es du a terme amb una costura. Per la seva banda, les unions de les costelles i la membrana exterior es porten a terme mitjançant costures entre les teles SATTLER 745 i la Ferrari 902 S2.

Segons resultats experimentals, la resistència de les soldadures és un 75% de la resistència de la membrana, per tant, la resistència de les unions soldades es considera igual a $f_k=187,5$ daN/5cm.

Les unions soldades es troben afectades per la tensió circumferencial de les membranes. Segons els resultats obtinguts de la simulació numèrica, la tensió principal N_2 és una tensió circumferencial a la majoria dels tubs. El màxim valor que pren N_2 és igual a 40 daN/5cm, el que implica un $FS=4,7$ que compleix els criteris de disseny.

Cal tenir en compte que les juntes soldades ubicades a la cara exterior dels tubs es troben exposades a les accions externes, com ara les climàtiques. A causa d'aquest fenomen, s'espera que aquestes juntes presentin una pèrdua de resistència d'entre un 10 i 20% en un període de 5 anys. Per la seva banda, les juntes de les cares interiors dels tubs també presentaran una pèrdua de capacitat al llarg dels anys, tanmateix, s'estima que, en 5 anys, aquesta pèrdua no superarà el 10% de la resistència inicial.

La resistència de les costures es determina mitjançant proves experimentals i s'estima igual a 110 daN/5cm. Donat que a les interfases entre mòduls de tubs conflueixen dues membranes, la resistència en aquests punts es duplica i és igual a 220 daN/5cm.

Les tensions màximes a les interfases entre mòduls de tubs i a les costelles es troben prop dels punts d'ancoratge. En aquests punts, ignorant les concentracions de tensions, el valor de disseny per les costures exteriors és igual a 110 daN/5cm, el que implica un FS=2,0.

Segons resultats experimentals, les costures de les cares interiors dels tubs presenten una resistència igual a 170 daN/5cm. Les tensions de disseny que afecten a aquestes juntes són les forces actuant a les costelles en condicions de vent frontal. El màxim valor és igual a 110 daN/5cm, el que implica un FS=1,5.

Totes les costures estan pensades per quedar protegides de les accions exteriors i, en conseqüència, perdre menys d'un 10% de capacitat resistent en un període de 5 anys.

2.2.3.3 Telons

Els tancaments de l'hangar estan formats per dos telons que permeten aïllar totalment l'espai interior de l'hangar de l'exterior, els quals es troben ancorades als tubs per un extrem i, per l'altre, al terreny, mitjançant armelles abatibles.

La tipologia de membrana utilitzada per realitzar els telons és la mateixa que l'emprada pels tubs, és a dir, SATTLER 745, les propietats mecàniques de la qual s'han especificat anteriorment a la Taula 2.

L'anàlisi estructural dels telons involucra les principals forces axials N_1 i N_2 , obtingudes de les simulacions numèriques. Els resultats es mostren a la Taula 4, així com els factors de seguretat resultants al comparar la resistència de les membranes amb la màxima força actuant sobre aquestes.

Cas	N_1 (daN/5cm)	N_2 (daN/5cm)	Factor de seguretat SF
Vent frontal	80	37	3,1
Vent lateral	110	75	2,3

Taula 4. Forces axials principals i factors de seguretat dels telons

Per tal d'incrementar la resistència dels telons, aquests es troben reforçades per mitjà d'un conjunt de cintes soldades sobre les membranes. Aquestes cintes, de 40 mm d'amplada, es troben disposades en forma de malla i ancorades al terreny.

Cal tenir en compte que als telons es disposen finestres que faciliten el pas de llum natural, així com obertures per permetre el pas de vianants i vehicles. Pel que fa a la porta principal, es tracta d'una porta motoritzada formada per un teló central recollit cap amunt amb un cabrestant elèctric i 2 telons laterals que s'obren cap als costats.

2.2.3.4 Punts d'ancoratge

Els ancoratges de l'hangar es realitzen mitjançant dues classes d'armelles: fixes i abatibles.

- **Armelles fixes:** Aquests elements s'utilitzen pels ancoratges ubicats en els tubs, tant al cos dels mateixos com a les costelles entre ells. Per encastar al terra l'armella, s'utilitza un dispositiu mecànic Hilti.

- **Armelles abatibles:** Es tracta d'un tipus d'armella utilitzat pels ancoratges dels telons que conformen els tancaments davanter i posterior. Per fixar-los al terra, s'utilitza un dispositiu químic Hilti.

Per determinar quins ancoratges Hilti cal utilitzar, s'analitzen les reaccions que es donen a la simulació numèrica. A partir dels valors màxims es determina quins són els dispositius idonis per fixar l'hangar al terra.

A la Taula 15 de l'annex ANNEX B es mostren totes les reaccions obtingudes per condicions de vent frontal i lateral.

A la Taula 5 es mostren els valors màxims que prenen les tres components de les reaccions (X, Y, Z) en els casos de càrrega considerats. Els valors de disseny són les reaccions verticals (Rz) i horitzontals (Rh), sent aquesta última el mòdul obtingut a partir de les components Rx i Ry, que també es mostren a la taula. Les reaccions verticals i horitzontals determinen respectivament la resistència a tracció i a tallant que han de presentar els ancoratges de l'estructura.

Els ancoratges disposats a l'hangar es poden dividir en tres categories: espines, costelles i telons. Els primers fan referència als ancoratges que es troben al cos dels tubs, els segons a les costelles i, els últims, a les cintes disposades sobre els telons que conformen els tancaments. Per una major facilitat a l'hora d'interpretar els resultats, a la Taula 5 també es duu a terme aquesta distinció en categories.

Cas	Rx (kN)	Ry (kN)	Rh (kN)	Rz (kN)
Tubs – Espines				
Vent frontal	0,7	5,6	5,6	6,9
Vent lateral	7,4	1,7	7,6	16,2
Tubs – Costelles i interfases				
Vent frontal	3,8	3,5	5,2	11,5
Vent lateral	22,5	2,8	22,7	17,7
Telons				
Vent frontal	1,0	10,4	10,4	16,6
Vent lateral	7,6	29,2	30,2	25,8

Taula 5. Reaccions màximes sobre els punts d'ancoratge en tubs i telons

Per dur a terme el disseny de l'hangar cal verificar que els elements disposats suporten els esforços a tracció i tallant especificats a la taula anterior.

A la Taula 6 es mostra el procediment de disseny complet, especificant totes les magnituds involucrades i el valor que prenen. Les magnituds en qüestió són: la resistència de disseny, la resistència característica, la càrrega de disseny i el factor de seguretat del tipus d'ancoratge seleccionat.

Els valors mostrats a la taula són la reacció total per a cada punt d'ancoratge. Aquest fet cal tenir-lo en compte a les costelles, on es disposen dos punts d'ancoratge i, per tant, la força obtinguda a cadascun d'ells és la meitat de la observada a la simulació numèrica.

Categoria	Criteri de disseny	Tipus d'ancoratge	Resistència característica (f_k)	Resistència de disseny (f_d)	Càrrega de disseny (S_d)	Factor de seguretat (FS)
spines	Tracció	HSA	26,5	17,6	16,2	1,6
	Tallant	M16x117 $h_{ef}=65\text{mm}$	51,0	40,8	7,6	6,7
Costelles	Tracció	HSA	36,1	24,1	17,7	2,0
	Tallant	M16x182 $h_{ef}=80\text{mm}$	51,0	40,8	22,7	2,2
Teló frontal	Tracció	HIS RN M16x170	111,9	53,3	29,7	3,8
	Tallant	$h_{ef}=170\text{mm}$	59,0	39,3	25,4	2,3
posterior	Tracció	HSA	50	33,3	26,7	1,9
	Tallant	M16x117 $h_{ef}=120\text{mm}$	51,0	40,8	22,2	2,3

Taula 6. Procediment pel disseny dels ancoratges per les espines, costelles i telons

Els ancoratges del teló corresponent al tancament davanter es realitzen per mitjà de dispositius Hilti del tipus HIS-RN 8.8 M16. Per altra banda, els ancoratges dels tubs i del teló posterior es duen a terme mitjançant ancoratges Hilti tipus HSA, exceptuant l'ancoratge central del tancament posterior que, per raons de resistència, és de la mateixa classe que els del tancament davanter.

El sistema d'ancoratges de l'hanger està compost per un total de 116 HSA M16x117 i 96 HSA M16x182 ancoratges mecànics i 16 HIS-RN M16x170 ancoratges químics. A la Figura 10 es mostra una imatge en planta de l'hanger on s'indica la ubicació dels punts d'ancoratge i la tipologia de dispositiu Hilti corresponent.

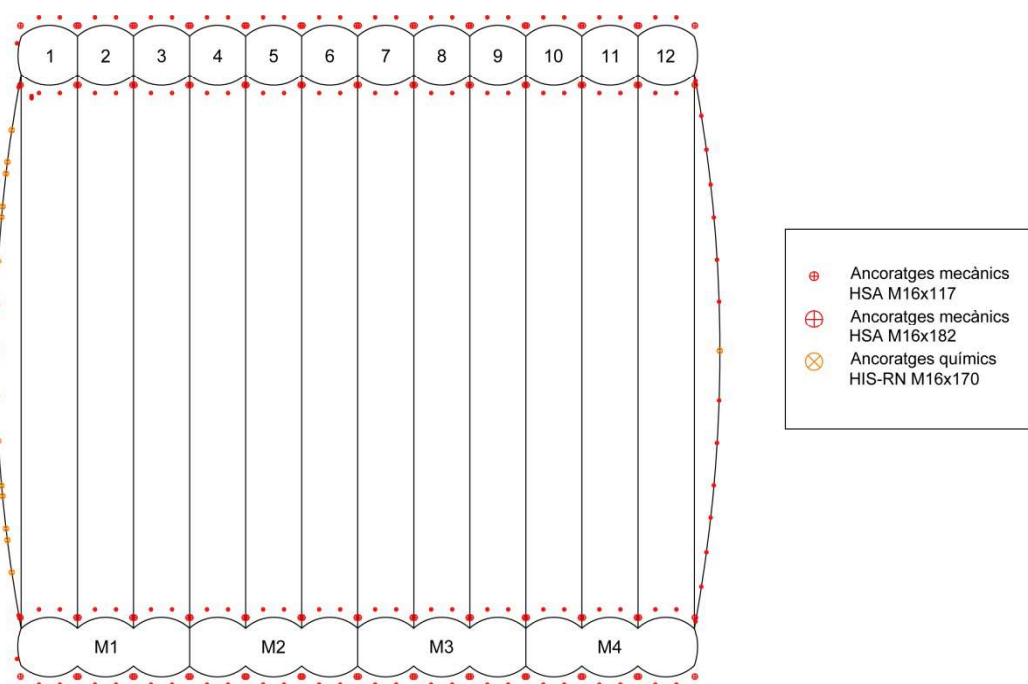


Figura 10. Ubicació dels punts d'ancoratge i tipologies de dispositiu Hilti emprades

Tal com s'ha mencionat prèviament a la Secció 2.1.2, els tubs inflables estan ancorats al terreny mitjançant cintes que, per un costat, es troben cosides a la membrana en forma de "V" i, per l'altre, enclavades a les armelles encastades al terra mitjançant els dispositius mecànics Hilti llistats a la Taula 6. A la Figura 11 es mostra una imatge del conjunt de cintes explicat anteriorment per un tub de l'hangar.

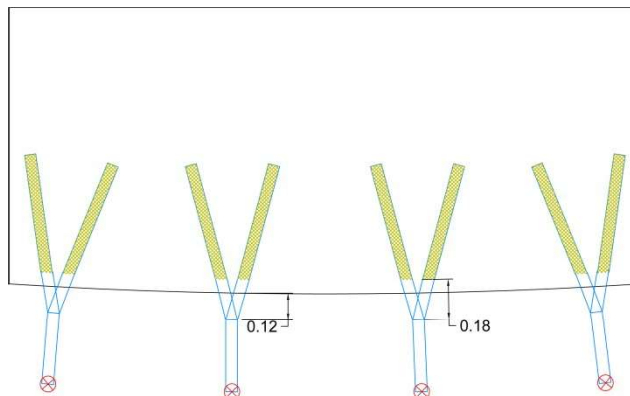


Figura 11. Cintes per transmetre esforços del tub a l'ancoratge

Els punts d'ancoratge dels telons segueixen el mateix sistema que l'explicat pels tubs. A més, en aquest cas, aquestes cintes actuen com un reforç de la tela en els punts on les tensions són màximes. A la Figura 12 es mostra un esquema de la disposició d'aquestes cintes en una fracció del teló del tancament posterior.

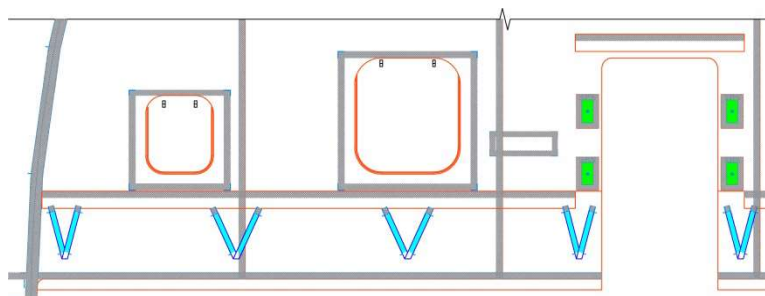


Figura 12. Cintes pels punts d'ancoratge dels telons

2.3 Sistema d'inflat

L'estabilitat de l'hangar H25 depèn de la pressió d'aire a l'interior dels tubs que conformen el cos principal de l'estructura. Al tractar-se d'una estructura composta per mòduls estancs de tubs, no requereix un subministrament continuat d'aire per compensar les pèrdues d'aire, sinó que els motors només cal que s'encenguin uns minuts diaris i, per tant, el consum d'energia es redueix dràsticament.

La funció principal dels motors que conformen el sistema d'inflat de l'hangar és mantenir la pressió interior dels tubs dins un rang de valors prescrit, els quals són independents de les condicions exteriors. La pressió màxima serà aquella que, de ser superada, el material es pot veure malbaratat. Per la seva banda, la pressió mínima és aquella que, de reduir-se, l'estructura pot presentar inestabilitat estructural.

Donat que els motors treballaran al voltant de 10-15 minuts diaris, gràcies a la condició d'estanquitat de l'estructura, la seva capacitat de sortida d'aire requerida ve determinada per la necessitat de cabal durant la fase d'inflat. Tenint en compte que el volum d'aire dins un mòdul de 3 tubs és aproximadament 800 m³ i que un temps d'inflat acceptable són aproximadament 30 minuts, s'estima que un motor amb una capacitat al voltant de 1600 m³/h és l'adequat.

L'hangar té un total de 4 motors de la marca Ferrari i model VCM 401/2 N4A LG270 2,2kW-50Hz D90L. Aquests motors permeten subministrar un cabal d'aire de 1571 m³/h i assolir una pressió estàtica de 21,2 mbar, el qual és suficient pel correcte funcionament de l'estructura. Per més detall en referència a les característiques del motor, consultar la fulla d'especificacions tècniques a l'annex ANNEX A.

Els quatre motors de l'hangar es troben situats a un mateix costat, per facilitar el subministrament elèctric. A la Figura 13 es mostra un esquema del sistema d'inflat en relació a l'hangar, indicant els diferents elements que el componen i la situació de cadascun d'ells. Posteriorment, a la Figura 14 es mostra una imatge dels elements en qüestió, per tal de fer-se'n una idea més acurada.

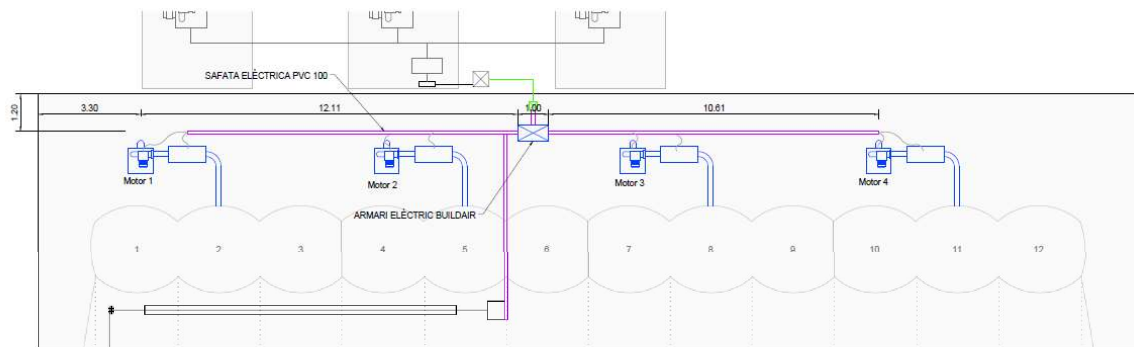


Figura 13. Esquema de la disposició dels motors respecte l'hangar



Figura 14. Elements que conformen el sistema d'inflat

Tal com s'aprecia a les figures anteriors, cada motor incorpora una electrovàlvula, un sensor de pressió i una vàlvula manual. Per la seva banda, el sistema d'alimentació de cada motor incorpora tres cables. Un pel subministrament elèctric del motoventilador, un altre per la electrovàlvula i un pel sensor de pressió.

La funció de cadascun dels elements que conformen el sistema d'inflat s'explica a continuació:

- **Quadre Buildair:** Quadre on es troba el sistema de control de l'hangar, així com el quadre elèctric que subministra corrent al sistema.
- **Motoventilador:** Inflar i mantenir les pressions d'aire en els tubs de l'estructura.
- **Electrovàlvula:** Regula la pressió quan aquesta supera la màxima o la mínima. Es troba sincronitzada amb el motor per tal d'assegurar que quan aquest està apagat, el sistema quedi tancat.
- **Sensor de pressió:** Mesura la pressió existent dins d'un mòdul de tubs.
- **Vàlvula manual:** Permet obrir o tancar manualment, independentment del sistema elèctric.

Pel que fa al funcionament del conjunt, segueix l'esquema de la Figura 15. Per tal d'entendre'l correctament, cal definir prèviament els següents conceptes:

- **Pressió de treball:** Valor de disseny de l'hangar
- **Pressió màxima:** Valor límit superior per evitar ruptures per sobrepressió.
- **Pressió mínima:** Valor límit inferior per evitar inestabilitats estructurals.
- **Pressió de purga:** Valor de tancament de les electrovàlvules en fase de buidat quan s'ha assolit la pressió màxima.

Un cop presentats els conceptes anteriors, es pot entendre bé el funcionament del sistema representat a la Figura 15. En aquesta es pot observar com l'hangar s'infla fins la pressió de treball. Quan aquesta s'ha assolit, la electrovàlvula es tanca i acte seguit s'apaga el motor. El procés tancar electrovàlvula i motor sempre es fa en aquest ordre, per tal de no deixar escapar aire durant el tancament de l'electrovàlvula.

Per altra banda, si s'assoleix la pressió màxima, l'electrovàlvula s'obre per tal de perdre aire i reduir la pressió interior. Un altre cas és que la pressió baixi per sota la mínima, i en aquest cas s'obre l'electrovàlvula, el motor s'encén i s'infla l'hangar fins arribar a la pressió de treball.

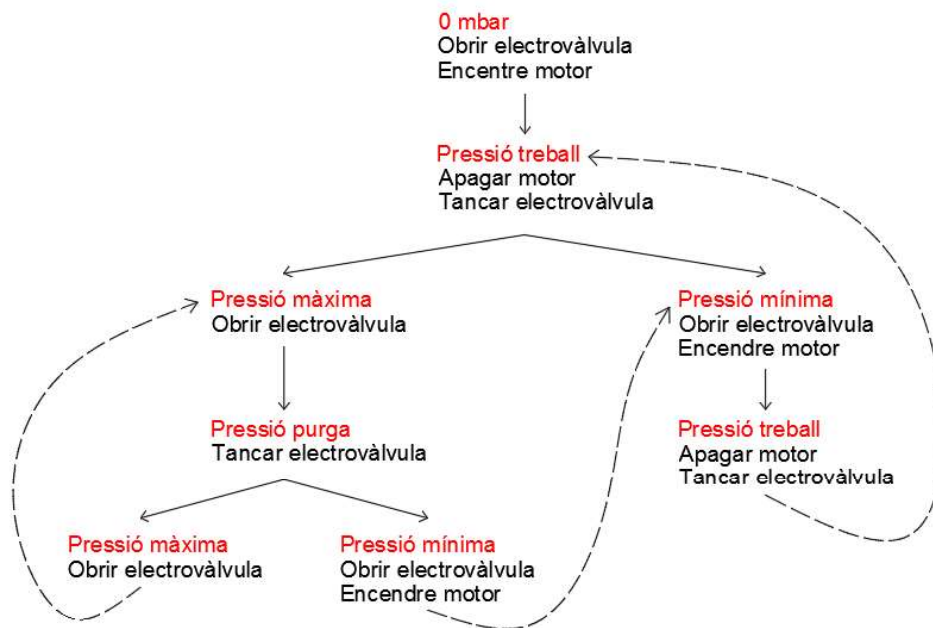


Figura 15. Esquema funcionament sistema inflat en funció de la pressió interna

2.4 Sistema de control

El sistema de control del que disposa l'hangar controla el comportament de la estructura, enviant ordres als diferents elements que conformen el sistema d'inflat per tal de mantenir la estabilitat de l'hangar segons les condicions climàtiques externes i/o possibles danys en els elements estructurals.

El sistema de control ha d'assegurar que el sistema d'inflat segueixi l'esquema de la Figura 15 i, en cas contrari, avisar mitjançant una alarma que hi ha un problema i especificar de quin problema es tracta. Posteriorment, i seguint les indicacions del manual d'usuari, se soluciona el problema en qüestió.

El sistema està compost per els següents elements:

- **PLC:** Es tracta del cervell del sistema. La seva funció és emmagatzemar les dades que rep dels sensors de pressió i les electrovàlvules i retornar ordres en funció de la informació rebuda.
- **eWon:** Actua de router. Serveix per donar connexió a Internet a la PLC.
- **Variador de freqüència:** Controla la freqüència d'alimentació dels motors per tal d'adaptar-ne la velocitat i, en conseqüència, la pressió interior dels tubs.
- **SAI:** El sistema d'alimentació interrompuda és una font d'energia independent que s'activa si hi ha una caiguda de tensió i permet que la PLC segueixi funcionant uns minuts més i pugui donar les ordres i senyals d'alarma corresponents.
- **Sensor de temperatura:** Mesura la temperatura exterior.
- **Proteccions:** Són elements que protegeixen el sistema davant possibles mal funcionaments

A la Figura 16 es mostra una imatge del quadre de control i s'indica on es troba cadascun dels elements, descrits anteriorment, que el componen.

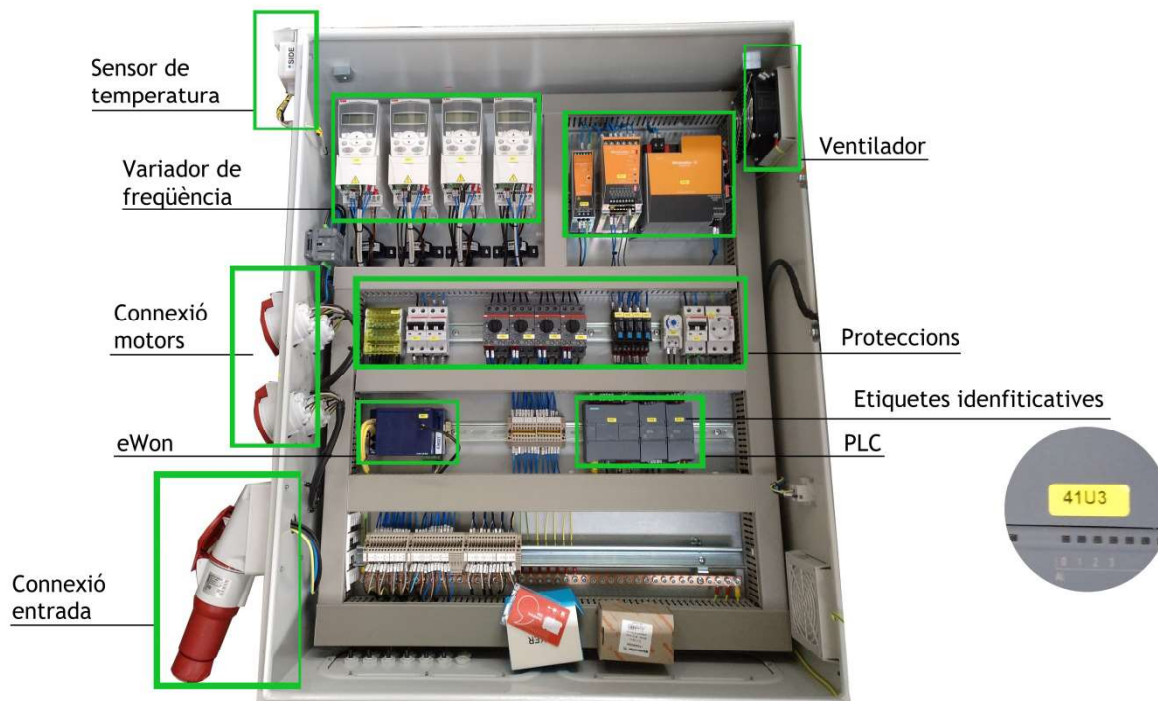


Figura 16. Quadre de control i elements que el componen

Cal fixar-se que cada element incorpora una etiqueta amb un codi d'identificació. Aquest detall és molt important perquè en cas que sigui necessari modificar algun paràmetre dels elements o solucionar un possible problema del sistema és indispensable tenir clar quin dispositiu controla cada element de l'hangar. A la Figura 16 es mostra, a tall d'exemple, un zoom de l'etiqueta corresponent a un component del PLC.

Un altre punt a favor del sistema és que permet fer un seguiment de les condicions de treball de l'hangar a temps real de forma remota, per mitjà d'una pàgina web anomenada M2web, tal com s'explica a la Secció 3.3.1 del Manual d'usuari. A través d'aquesta web, es pot controlar remotament la pantalla de control, la qual no apareix a la Figura 16 atès que es troba ubicada a la porta del quadre.

A la Figura 17 es mostra una imatge de la cara interior de la porta del quadre de control. Com es pot apreciar, s'hi ubica la pantalla, així com també el manual d'usuari.

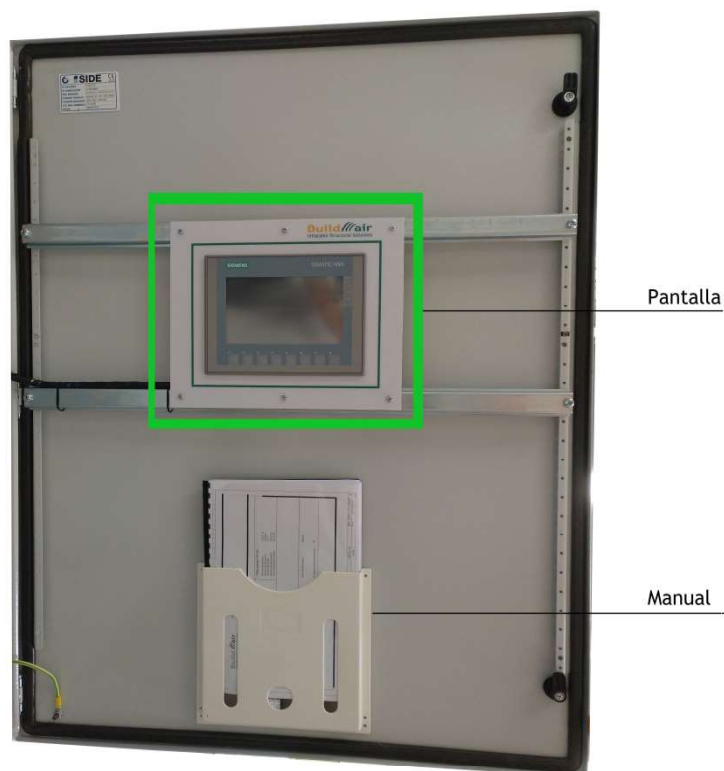


Figura 17. Interior de la porta del quadre de control

L'aparença del menú principal de la pantalla de control és la que es mostra a la Figura 18.

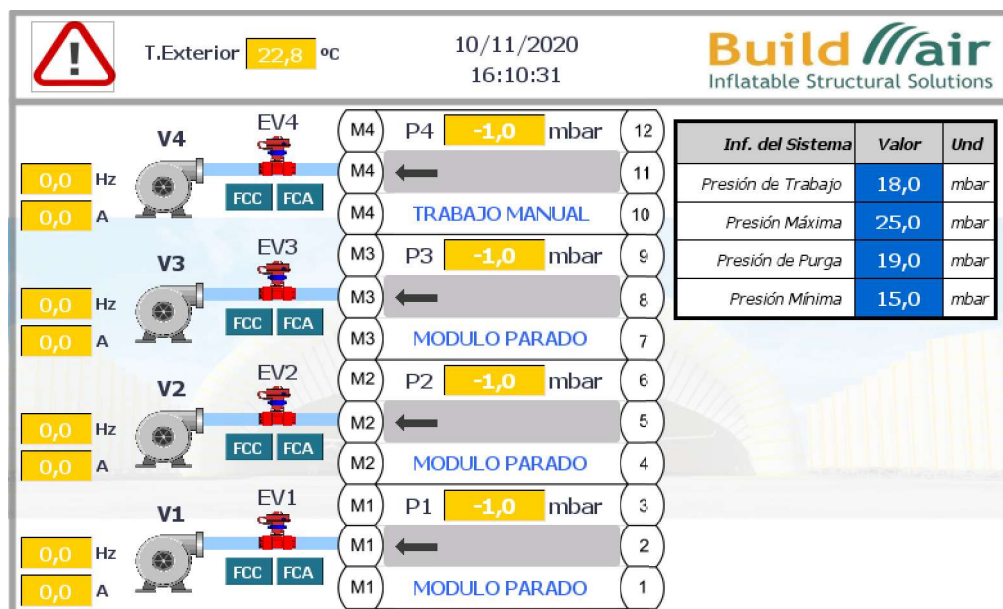


Figura 18. Pantalla de control. Menú principal

A la franja superior de la pantalla s'especifica la data, l'hora del dia i la temperatura exterior, a més d'haver-hi un botó en forma d'exclamació que et redirigeix a una pantalla d'alarmes del sistema. Les alarmes que té programades el sistema i el paràmetre d'activació de cadascuna d'elles es llisten a la de l'annex ANNEX C. A la Figura 19 es mostra l'aparença de la pantalla de clicar el botó esmentat.

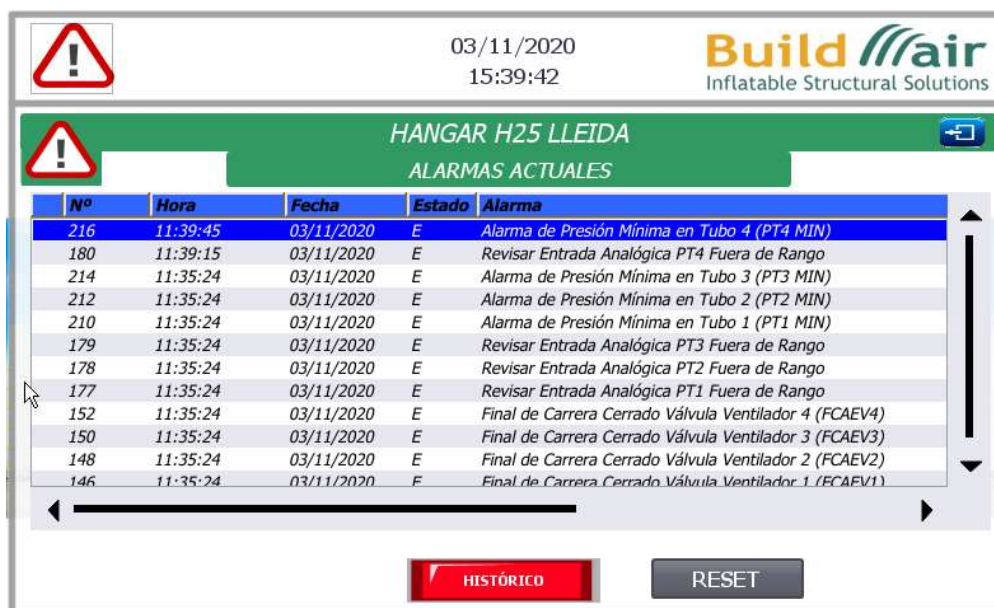


Figura 19. Pantalla de control. Menú d'alarmes

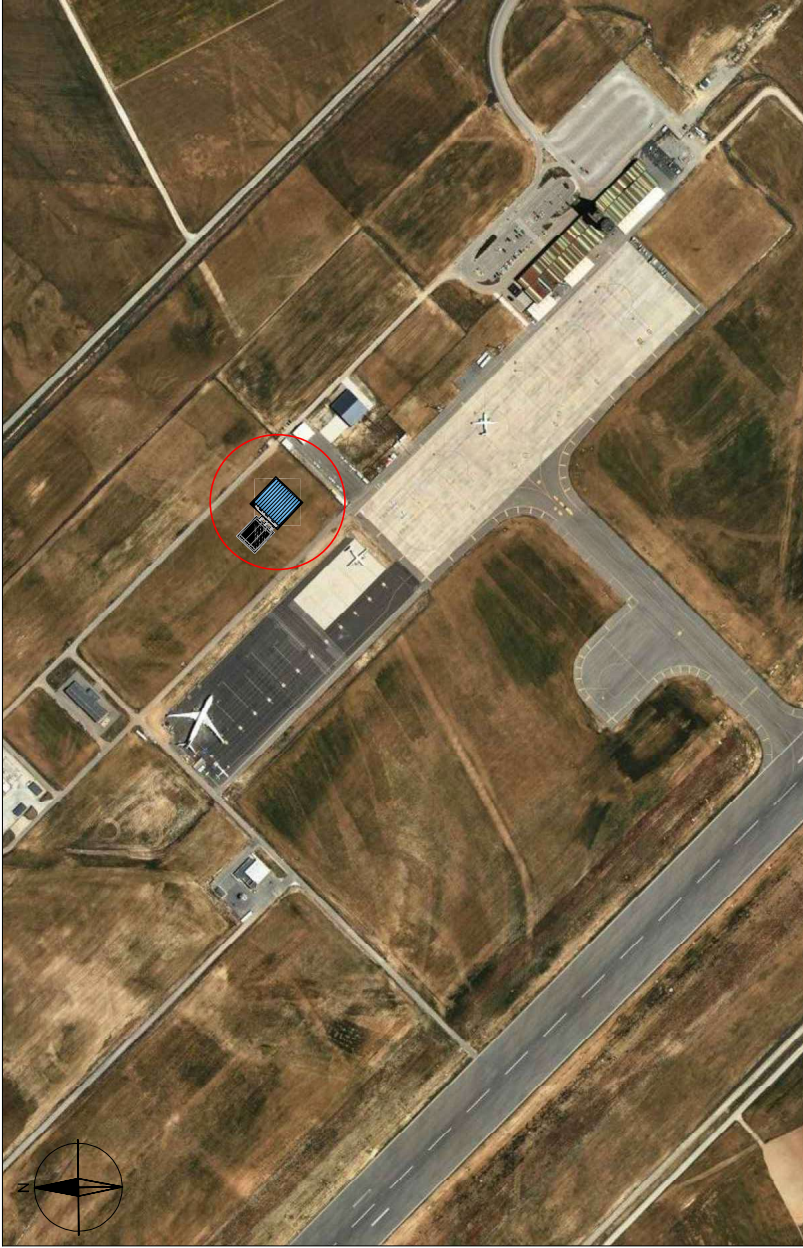
Com s'aprecia a la imatge, el menú d'alarmes consta d'una taula de 5 columnes on s'especifica el codi de l'alarma, la data i l'hora en que s'ha produït, l'estat i la descripció. Per sortir d'aquesta pantalla i tornar al menú principal, es prem el botó blau en forma de fletxa situat a la dreta de la franja verda.

De nou al menú principal, al centre de la pantalla es troba un esquema de l'hangar. Dins d'aquest s'indica, en un requadre groc, la pressió interior de cada mòdul en temps real, així com s'especifica si el mòdul es troba en repòs o en procés d'omplert o buidat. El significat de les tres fases mencionades és el següent:

- **Fase de repòs:** Hangar estabilitzat ($P. \text{Treball} < P. \text{Actual} < P. \text{Màxima}$ / Ventilador apagat / Electrovàlvula tancada).
- **Fase d'omplert:** Mòdul inflant-se ($P. \text{Actual} < P. \text{Treball}$ / Ventilador encès / electrovàlvula oberta).
- **Fase de buidat:** Mòdul buidant-se ($P. \text{Actual} > P. \text{Màxima}$ / Ventilador apagat / electrovàlvula oberta).

A l'esquerra de l'esquema anterior es representen les electrovàlvules i els motors, un corresponent a cada mòdul de tubs. Sota les primeres, s'indica en color verd clar si es troba en final de carrera obert (FCA) o final de carrera tancat (FCT). Per la seva banda, a la dreta dels motors, s'especifica el valor de la freqüència i la intensitat a temps real dels mateixos.

A la dreta de la pantalla hi ha una taula on apareixen 4 valors, requadrats en blau. Aquets valors estan prescrits i no varien a no ser que es canviïn manualment. Els valors en qüestió són la pressió de treball, pressió màxima, pressió mínima i pressió de purga, que s'han descrit anteriorment a la Secció 2.3.



SITUACIÓ
E:1/5,000



SITUACIÓ
E:1/2,000



REVISION	DATE	VERIFIED	VALIDATED	REVISION TITLE
A				
B				
C				
D				
E				
F				



Generalitat de Catalunya
Departament de Territori
i Sostenibilitat



DESIGNER & MANUFACTURER :



Buildair
Inflatable Structural Solutions

DONE BY	NAME	SIGNATURE
DATE	DLN OTE	
VERIFIED	01/12/2020	
DATE	C. Estruch	
VALIDATED	01/12/2020	
DATE	C. Estruch	

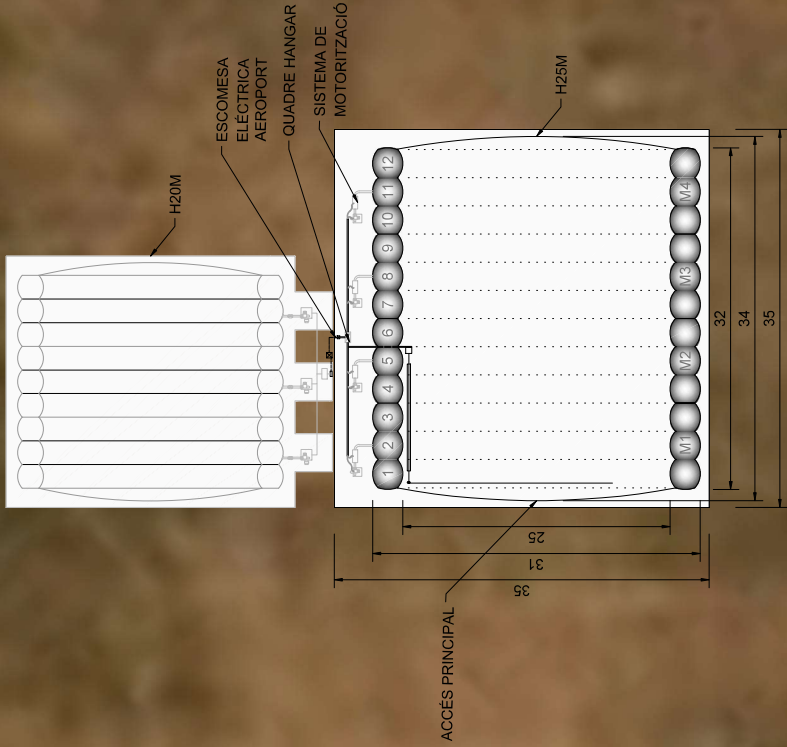
REFERENCE TITLE :

SITUACIÓ I
EMPLAÇAMENT

PROJECT :
Hangar Inflable H25M

SCALE: 1/5,000

PLAN Number: SE-02



PLANTA
E:1/500

REVISION	DATE	VERIFIED	VALIDATED	REVISION TITLE
A				
B				
C				
D				
E				
F				



Generalitat de Catalunya

Departament de Territori i Sostenibilitat



Aeroports
de Catalunya

DESIGNER & MANUFACTURER :



Buildair
Inflatable Structural Solutions

DONE BY	NAME	SIGNATURE
DATE	DLN OTE	
VERIFIED	01/12/2020	
DATE	C. Estuch	
VALIDATED	01/12/2020	
DATE	C. Estuch	

REFERENCE TITLE :

SITUACIÓ I
EMPLAÇAMENT

PROJECT :

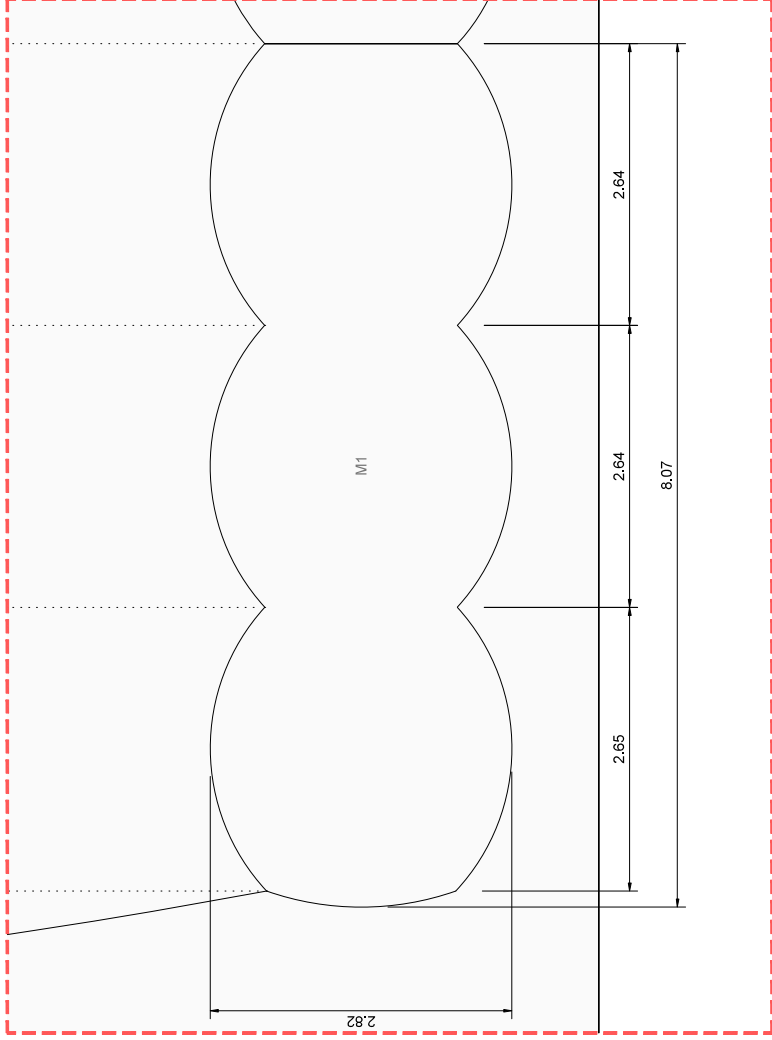
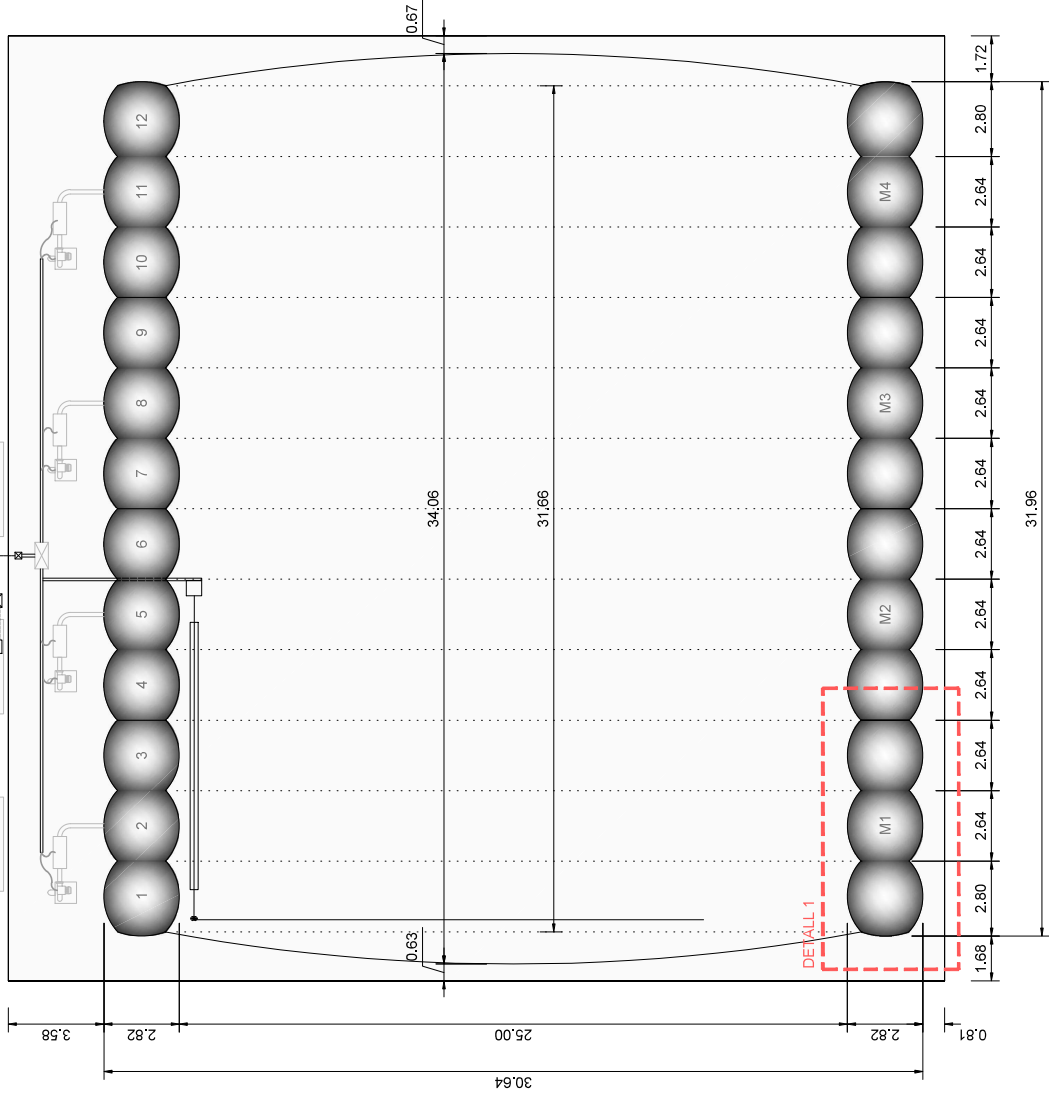
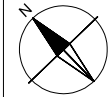
Hangar Inflable H25M

SCALE:

1/500

PLAN Number:

SE-03



DETALL 1
E:1/50

PLANTA
E:1/200

REVISION	DATE	VERIFIED	VALIDATED	REVISION TITLE
A				
B				
C				
D				
E				
F				

CLIENT:



DESIGNER & MANUFACTURER:



Inflatable Structural Solutions

DONE BY	NAME	SIGNATURE
DATE	DLN OTE	
VERIFIED	C. Estuch	
DATE	01/12/2020	
VALIDATED	C. Estuch	
DATE	01/12/2020	

REFERENCE TITLE:

PLÀNOLS GENERALS
PLANTA

PROJECT:

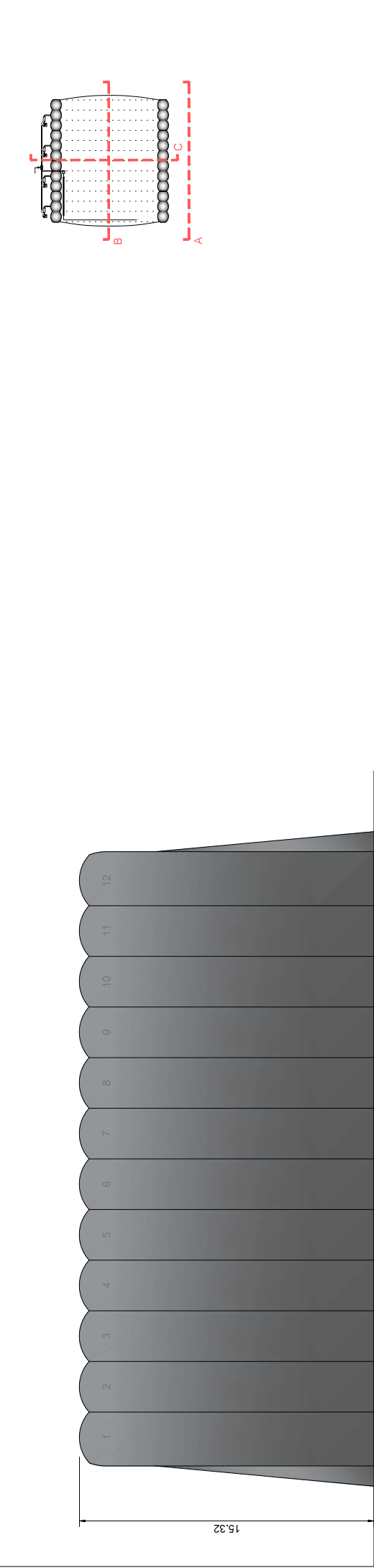
Hangar Inflable H25M

SCALE:

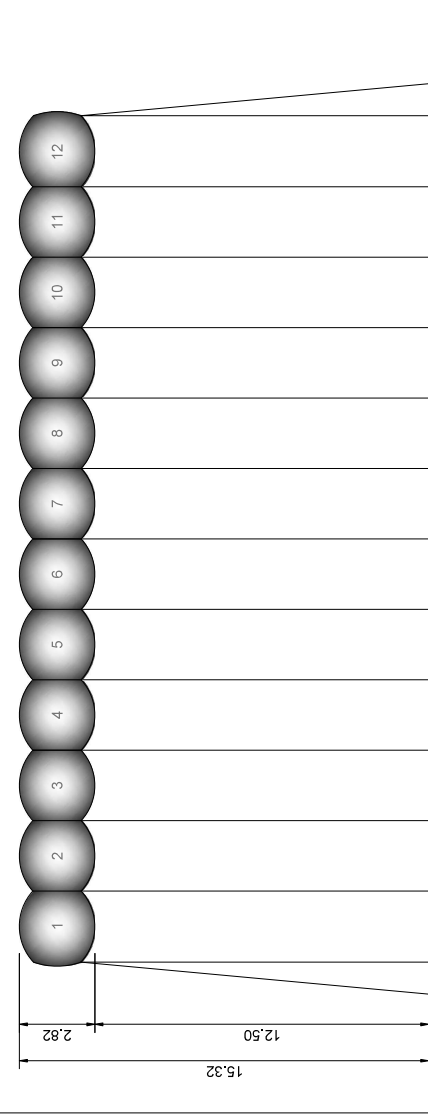
1/200

PLAN Number:

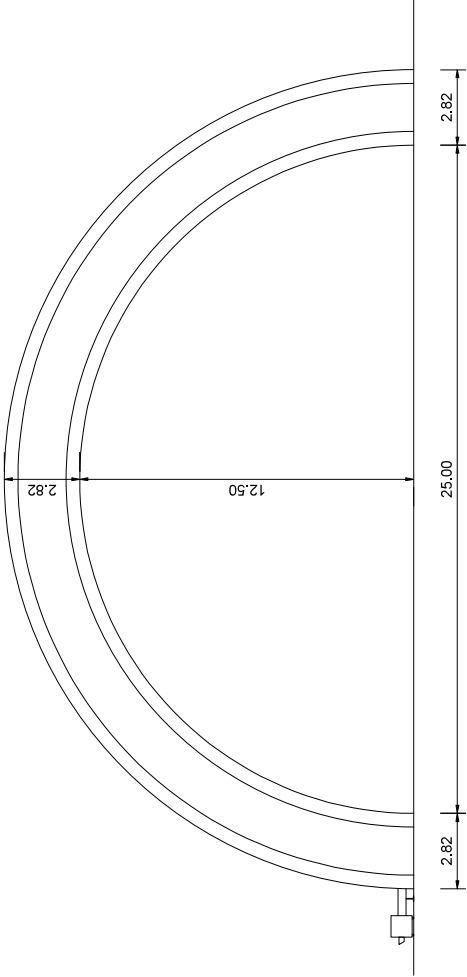
PG-01



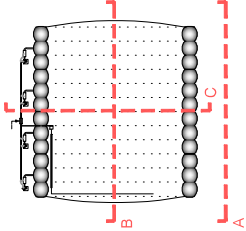
ALÇAT A
E:1/200



SECCIÓ B
E:1/200



SECCIÓ C
E:1/200



REVISION	DATE	VERIFIED	VALIDATED	REVISION TITLE
A				
B				
C				
D				
E				
F				



Generalitat de Catalunya
Departament de Territori
i Sostenibilitat

Buildair

Inflatable Structural Solutions

DONE BY	NAME	SIGNATURE
DATE	DLN OTE	
VERIFIED	C. Estuch	
DATE	01/12/2020	
VALIDATED	C. Estuch	
DATE	01/12/2020	

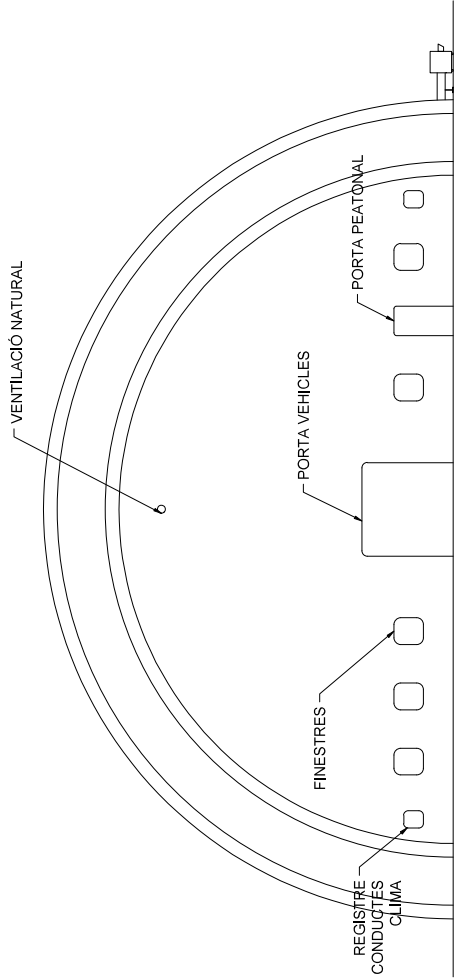
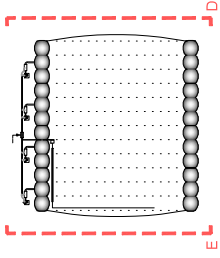
REFERENCE TITLE :

PLÀNOLS GENERALS
SECCIONS I ALÇATS

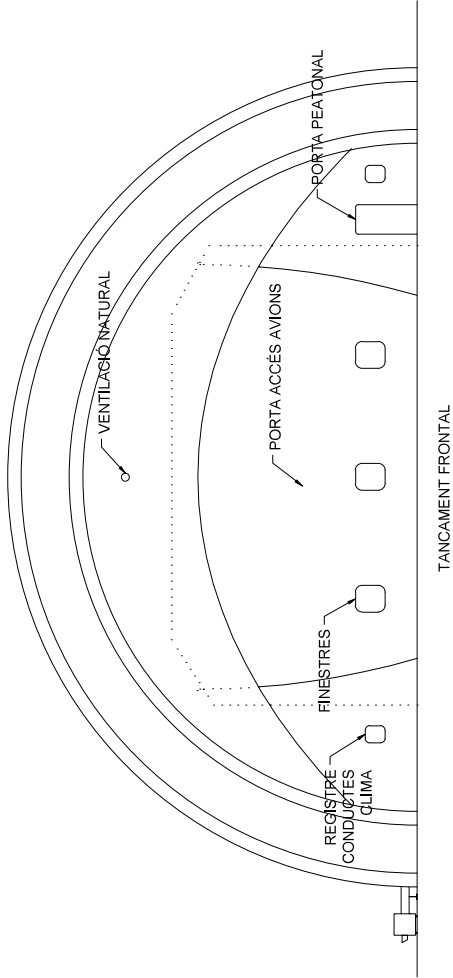
PROJECT :
Hangar Inflable H25M

SCALE:
1/200

PLAN Number:
PG-02



SECCIÓ D
E:1/200



SECCIÓ E
E:1/200

REVISION	DATE	VERIFIED	VALIDATED	REVISION TITLE
A				
B				
C				
D				
E				
F				

Generalitat de Catalunya
Departament de Territori
i Sostenibilitat

DESIGNER & MANUFACTURER :

DONE BY	NAME	SIGNATURE
DATE	DLN OTE	
VERIFIED	01/12/2020	
DATE	C. Estuch	
VALIDATED	01/12/2020	
DATE	C. Estuch	

REFERENCE TITLE :

PLÀNOLS GENERALS
ALÇATS TRANSVERSALS

PROJECT :

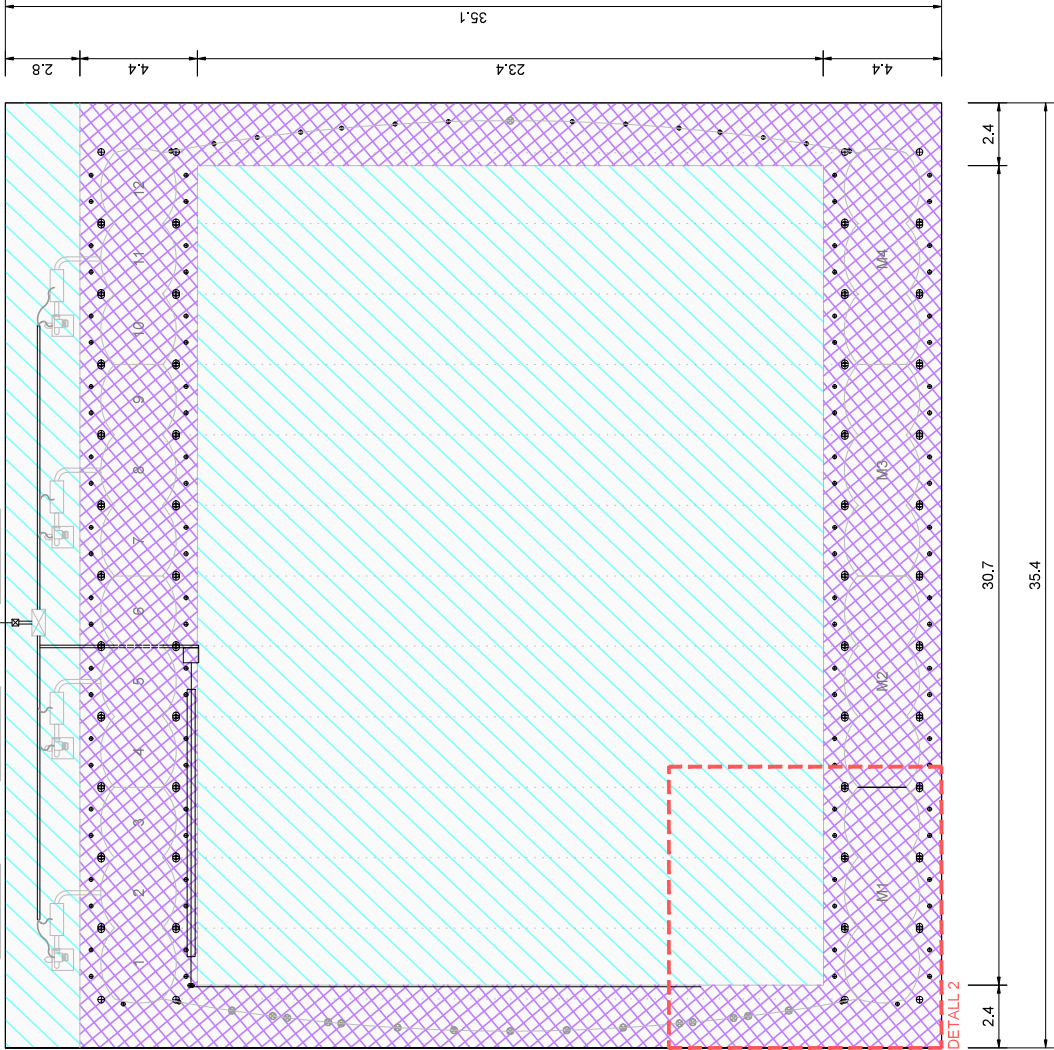
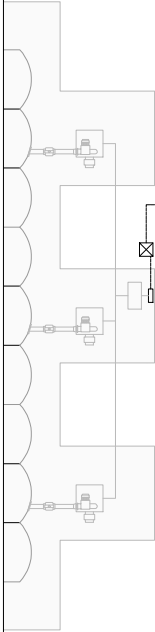
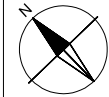
Hangar Inflable H25M

SCALE:

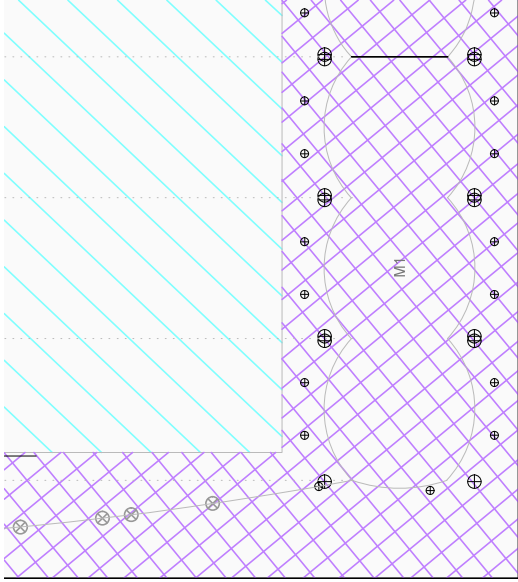
1/200

PLAN Number:

PG-03



DETALL 2
E:1/100



LLEENDA LLOSA	
	Losa hormigón armado (HA-25) Espesor = 25 cm Armado sup+inf (2 x #12/15cm)
	Losa hormigón armado (HF-4,5) Espesor = 15 cm Mallazo intermedio (#8/15cm)
	116 Andajes mecánicos HSA M16x117
	96 Andajes mecánicos HSA M16x182
	16 Andajes químicos HIS-RN M16x170

PLANTA
E:1/200

REVISION	DATE	VERIFIED	VALIDATED	REVISION TITLE
A				
B				
C				
D				
E				
F				





Buildair
Inflatable Structural Solutions

DONE BY	NAME	SIGNATURE
DATE	DLN OTE	
VERIFIED	DATE	01/12/2020
DATE	C-Estuch	
VALIDATED	DATE	01/12/2020
DATE	C-Estuch	

REFERENCE TITLE :

SISTEMA ANCORATGE
PLANTA

PROJECT :

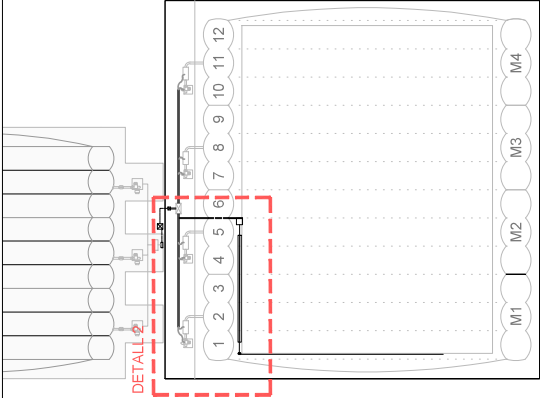
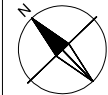
Hangar Inflable H25M

SCALE:

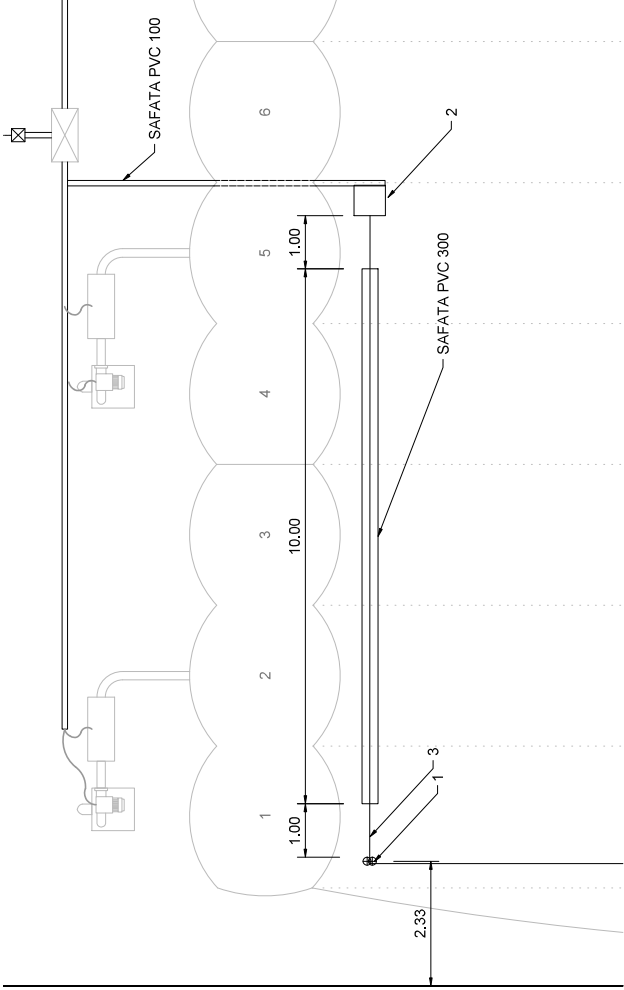
1/200

PLAN Number:

SA-01



PLANTA
E:1/500



DETALL 2
E:1/100



1-ANCORATGE PER A SISTEMA DE TENSORS



2-CABRESTANT ELÈCTRIC RECOLLIDA CABLE



3-SISTEMA DE TENSORS



4-SISTEMA COMPLET DE CABRESTANT



SAFATA PVC TIPUS BASOR P. BPE 100X300

REVISION	DATE	VERIFIED	VALIDATED	REVISION TITLE
A				
B				
C				
D				
E				
F				

DESIGNER & MANUFACTURER :

Buildair

Inflatable Structural Solutions

CLIENT :

Generalitat de Catalunya
Departament de Territori
i Sostenibilitat

Aeroports
de Catalunya

DONE BY	NAME	SIGNATURE
DATE	DLN OTE	
VERIFIED	01/12/2020	
DATE	C. Estuch	
VALIDATED	01/12/2020	
DATE	C. Estuch	

REFERENCE TITLE :

SISTEMA ANCORATGE

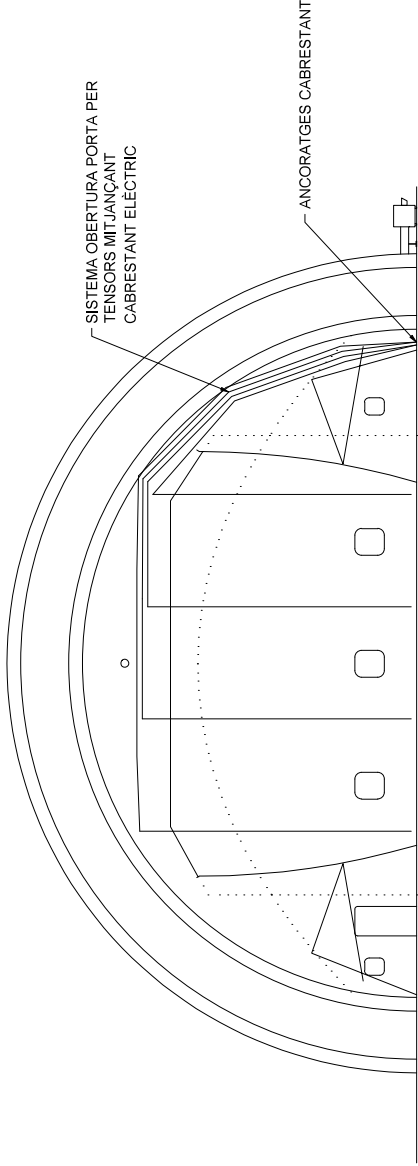
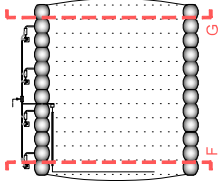
SISTEMA CABRESTANT

PROJECT :

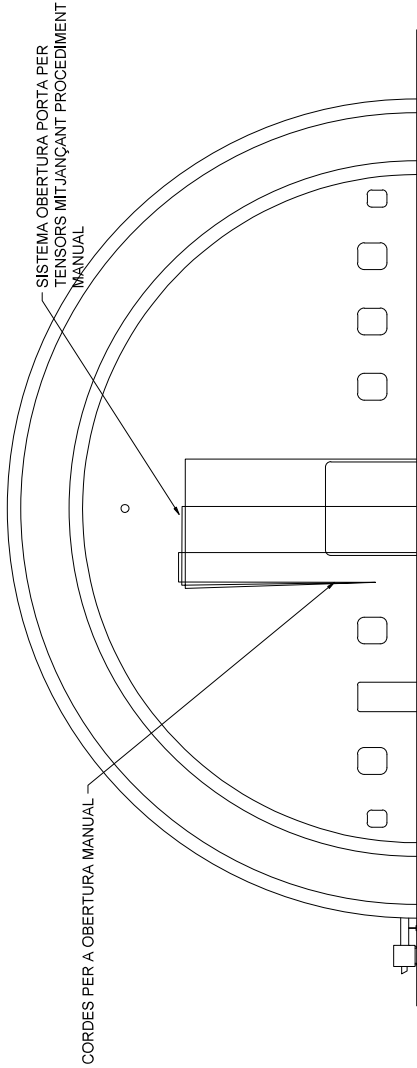
Hangar Inflable H25M

SCALE: 1/500

PLAN Number: SA-02



SECCIÓ F
E:1/200



SECCIÓ G
E:1/200

REVISION	DATE	VERIFIED	VALIDATED	REVISION TITLE
A				
B				
C				
D				
E				
F				



Generalitat de Catalunya
Departament de Territori
i Sostenibilitat



Aeroports
de Catalunya

DESIGNER & MANUFACTURER :



Buildair
Inflatable Structural Solutions

DONE BY	NAME	SIGNATURE
DATE	DLN OTE	
VERIFIED	C. Estuch	
DATE	01/12/2020	
VALIDATED	C. Estuch	
DATE	01/12/2020	

REFERENCE TITLE :

SISTEMA ANCORATGE
SISTEMA CABRESTANT

PROJECT :

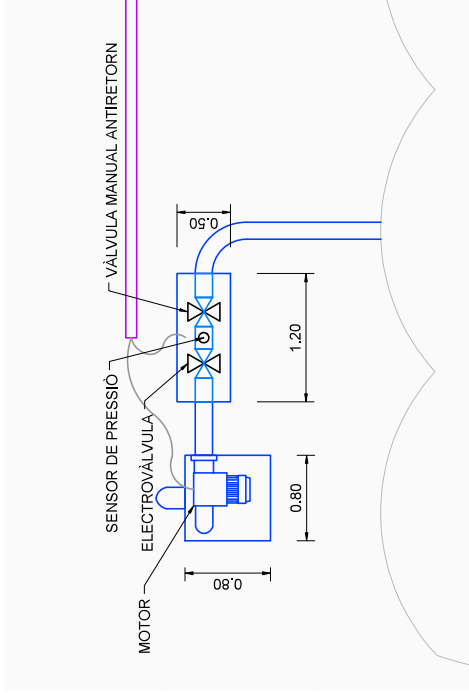
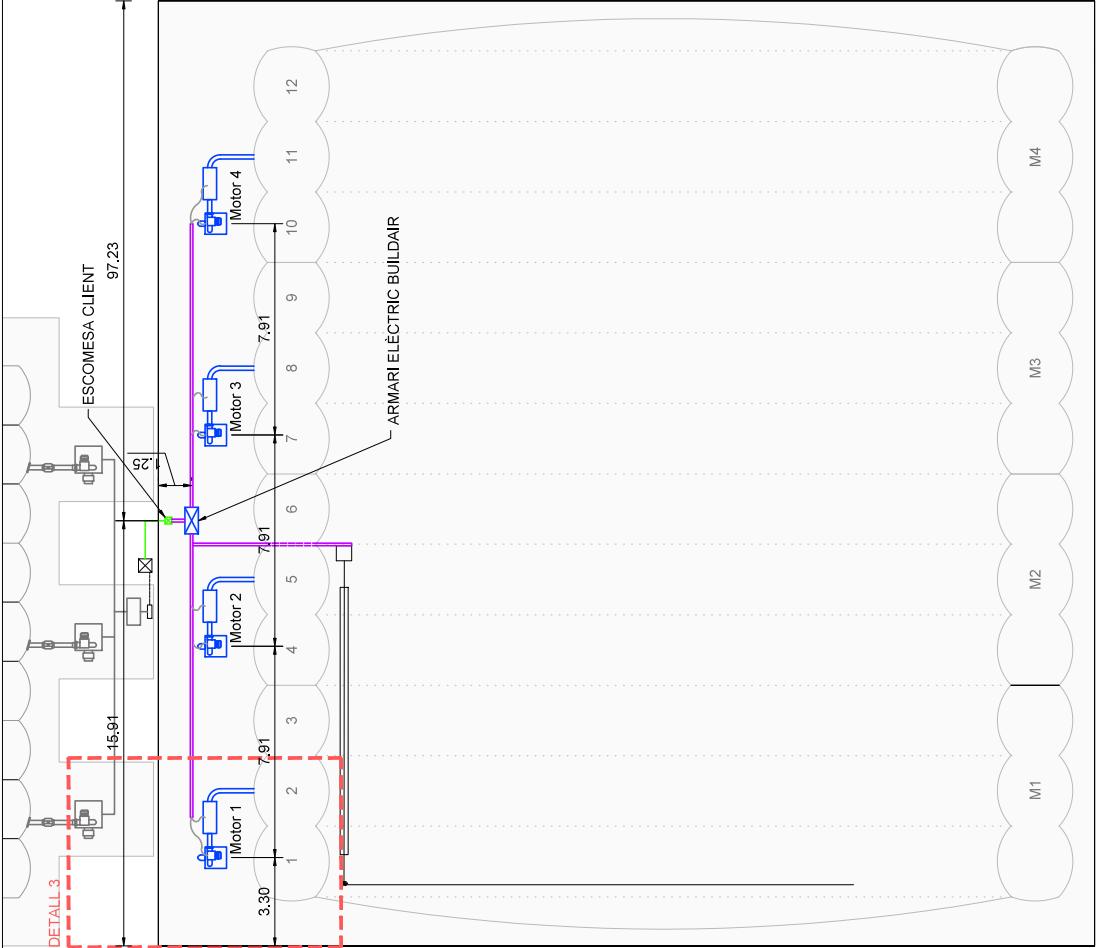
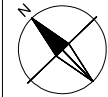
Hangar Inflable H25M

SCALE:

1/200

PLAN Number:

SA-03



DETALL 3
E:1/50



LLEGENDA INSTAL·LACIONS	
—	INSTAL·LACIONS BUILDAIR
—	ESCOMESA DE CLIENT
—	SAFATA PVC BUILDAIR

PLANTA
E:1/200

REVISION	DATE	VERIFIED	VALIDATED	REVISION TITLE
A				
B				
C				
D				
E				
F				

Generalitat de Catalunya
Departament de Territori
i Sostenibilitat

DESIGNER & MANUFACTURER :

Inflatable Structural Solutions

DONE BY	NAME	SIGNATURE
DATE	DLN OTE	
VERIFIED	J. LOPAZ	
DATE	01/12/2020	
VALIDATED	C. ESTUCH	
DATE	01/12/2020	

REFERENCE TITLE :

INSTAL·LACIONS
MOTORITZACIÓ

PROJECT :

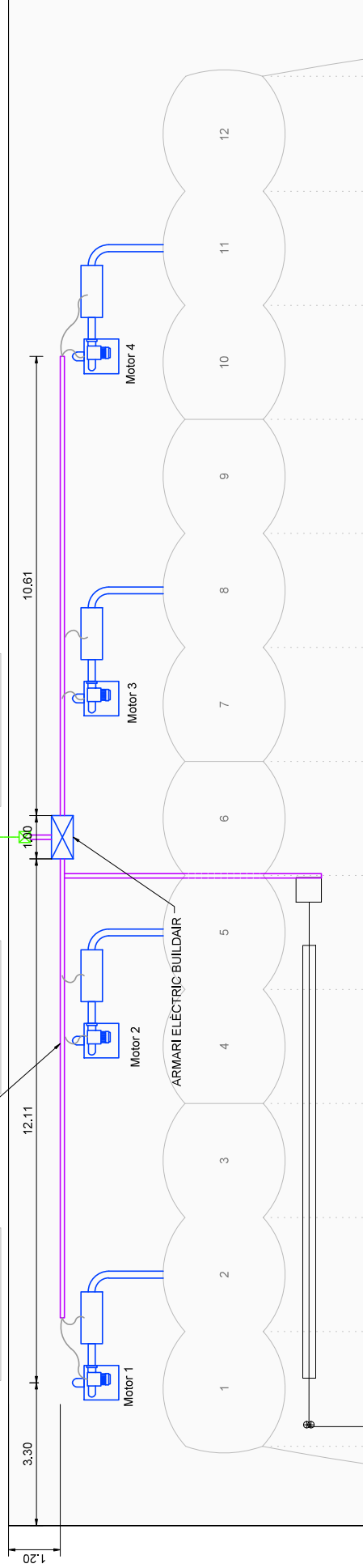
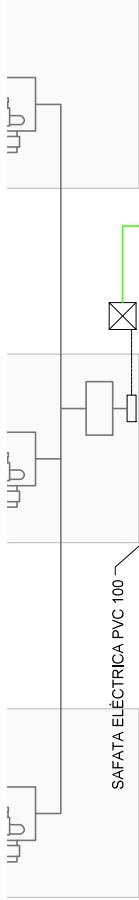
Hangar Inflable H25M

SCALE:

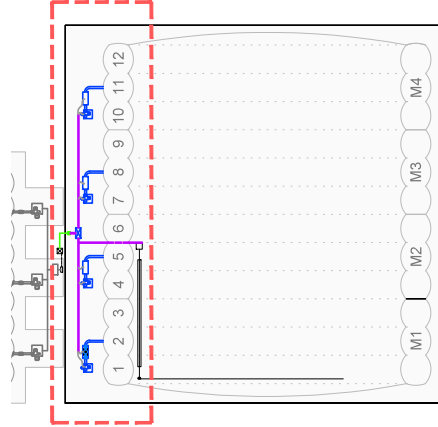
1/200

PLAN Number:

IN-01



PLANTA
E:1/100



SAFATA PVC TIPUS BASOR P. BPE 60X100

LLEGENDA INSTAL·LACIONS		
—	INSTAL·LACIONS BUILDAIR	
—	ESCOMESA DE CLIENT	
—	SAFATA PVC BUILDAIR	

PLANTA
E:1/500

REVISION	DATE	VERIFIED	VALIDATED	REVISION TITLE
A				
B				
C				
D				
E				
F				

CLIENT:

 **Generalitat de Catalunya**
Departament de Territori i Sostenibilitat

 **Aeroports de Catalunya**

DESIGNER & MANUFACTURER:

Buildair
Inflatable Structural Solutions

DONE BY	NAME	SIGNATURE
DATE	DLN OTE	
VERIFIED	DATE	01/12/2020
DATE	J.L. LÓPEZ	
VALIDATED	DATE	01/12/2020
DATE	C. ESTUCH	
DATE	01/12/2020	

REFERENCE TITLE:

INSTAL·LACIONS SAFATES

PROJECT:

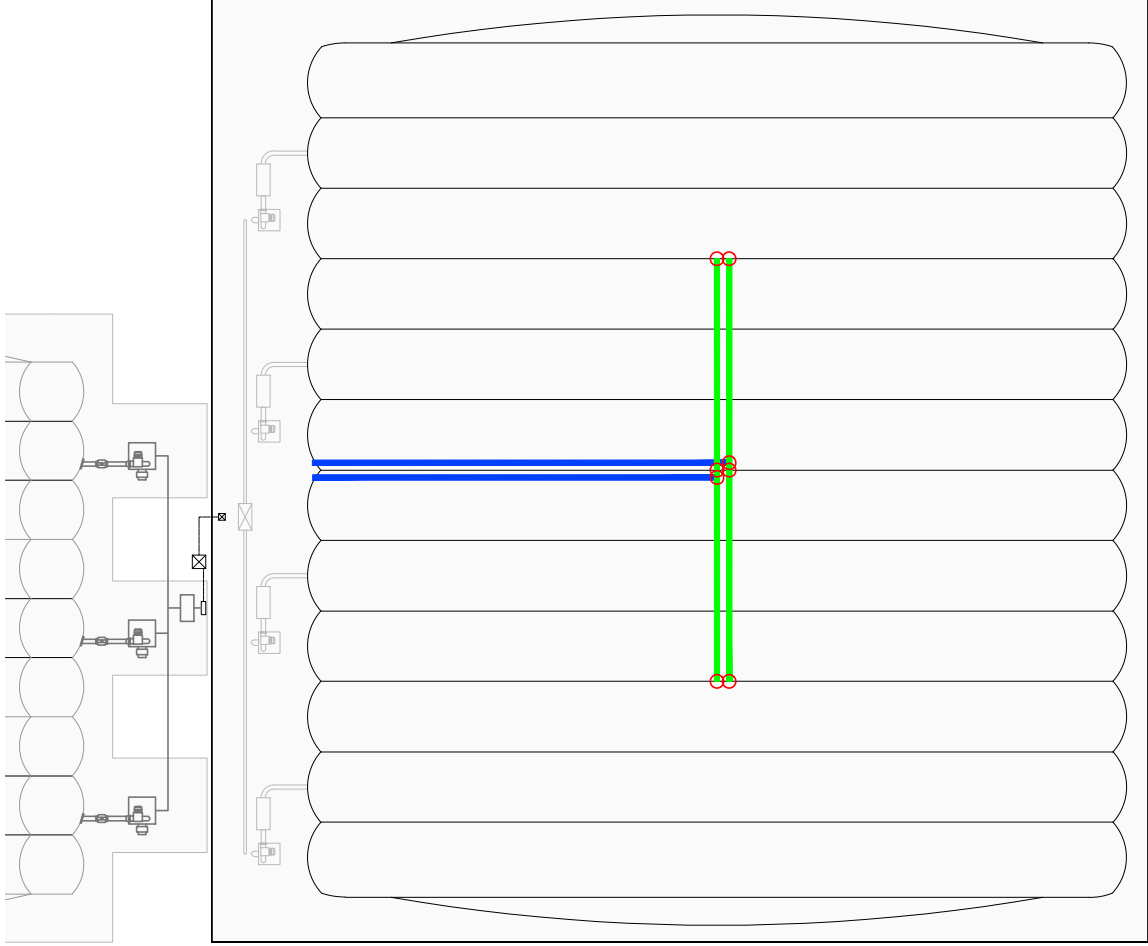
Hangar Inflable H25M

SCALE:

1/100

PLAN Number:

IN-02



PLANTA
E:1/200

LLEENDA SEURETAT		
—	CINTES D'ASCENS	
—	LINEA DE VIDA	
○	PUNTS D'ANCORATGE	

REVISION	DATE	VERIFIED	VALIDATED	REVISION TITLE
A				
B				
C				
D				
E				
F				



Generalitat de Catalunya
Departament de Territori
i Sostenibilitat



DESIGNER & MANUFACTURER :



Build Air
Inflatable Structural Solutions

DONE BY	NAME	SIGNATURE
DATE	DLN OTE	
VERIFIED	E. Camps	
DATE	01/12/2020	
VALIDATED	C. Estuch	
DATE	01/12/2020	

REFERENCE TITLE :

SEURETAT I SALUT
LINEA DE VIDA

PROJECT :

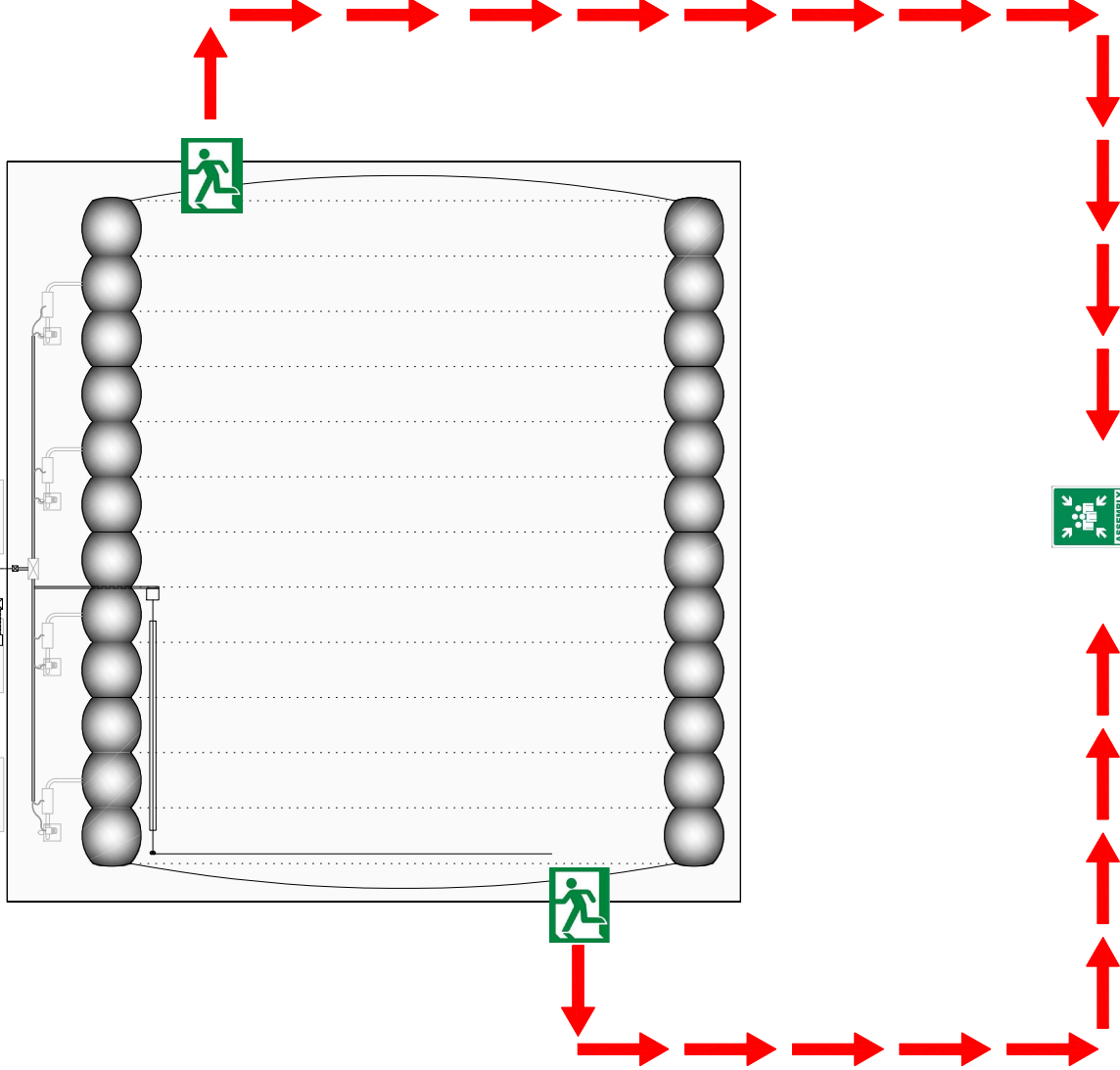
Hangar Inflable H25M

SCALE:

1/200

PLAN Number:

SS-01



PLANTA
E:1/250

REVISION	DATE	VERIFIED	VALIDATED	REVISION TITLE
A				
B				
C				
D				
E				
F				

CLIENT :



DESIGNER & MANUFACTURER :



Buildair
Inflatable Structural Solutions

DONE BY	NAME	SIGNATURE
DATE	DLN OTE	
VERIFIED	E. Camps	
DATE	01/12/2020	
VALIDATED	C. Estuch	
DATE	01/12/2020	

REFERENCE TITLE :

**SEGURETAT I SALUT
PLÀ D'EMERGÈNCIA**

PROJECT :

Hangar Inflable H25M

SCALE: 1/250

PLAN Number: SS-02