E0	04/09/09	Emissione per approvazione WBE1 – Copia conforme a rev. C0	DL	DL	LM
C0	02/07/09	Emissione per approvazione	DL	DL	LM
REVISIONE		DESCRIZIONE	EL.	CON.	APP.

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

MAGISTRATO ALLE ACQUE

NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DI VENEZIA

LEGGE N. 798 DEL 29-11-1984
CONVENZIONE REP. N° 7191 DEL 04-10-1991
ATTO ATTUATIVO REP. 8100 DEL 19-12-2005 (PROGETTAZIONE)
ATTO ATTUATIVO A VALERE SU 6^ ASSEGNAZIONE CIPE PER IL "SISTEMA MOSE" (OPERA)

INTERVENTI ALLE BOCCHE LAGUNARI PER LA REGOLAZIONE DEI FLUSSI DI MAREA

CUP: D51B02000050001

PROGETTO ESECUTIVO

WBS: CO.Q1.68
WBE: CO.Q1.68.PE.01

MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE

SPECIFICA TECNICA
GAMBE E SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE SCAFO

ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
D. Lazzarin	D. Lesina	L. Mazza
N. ELABORATO	CODICE FILE	DATA
MV055P-PE-GNS-1113-E0	MV055P-PE-GNS-1113-E0.doc	04 Settembre 2009

CONSORZIO "VENEZIA NUOVA"

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE

VERIFICATO: V. Ardone

CONTROLLATO: M.T. Brotto

CONSORZIO VENEZIA NUOVA

PROGETTAZIONE

TECHNITAL

IL RESPONSABILE : Ing. A. SCOTTI

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
DOTT. ING. ALBERTO SCOTTI
Sez. A Settori: a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione
n° A 9782

PROGETTAZIONE SPECIALISTICA

Sonsub
Saipem

OPERA PROTETTA AI SENSI DELLA LEGGE 22 APRILE 1941 N° 633 TUTTI I DIRITTI RISERVATI
QUALSIASI RIPRODUZIONE ED UTILIZZAZIONE NON AUTORIZZATE SARANNO PERSEGUITE A RIGORE DI LEGGE

INDICE

1. OGGETTO 4

2. SCOPO DEL LAVORO 5

3. RIFERIMENTI 8

3.1. Elaborati del Progetto Esecutivo 8

3.2. Normative 10

4. REQUISITI FUNZIONALI DEL SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE GAMBE E SCAFO 11

4.1. Gambe 11

4.2. Sistemi di movimentazione e bloccaggio verticale tra gambe e scafo 12

4.2.1. Generalità 12
4.2.2. Perni fissi e trave di supporto 13
4.2.3. Perni mobili 13

4.3. Cilindri di sollevamento gambe/scafo e di bilanciamento 13

4.4. Cilindri di movimentazione perni fissi, mobili e di stazionamento 14

4.5. Telescopio 14

4.5.1. Generalità 14
4.5.2. Cilindro di movimentazione telescopio 15
4.5.3. Perni di bloccaggio telescopio 15

4.6. Piede 16

4.6.1. Generalità 16
4.6.2. Cerniera 16
4.6.3. Cilindro di azionamento del pin 16
4.6.4. Sistema di ammortizzazione 16

4.7. Pin di centraggio 17

4.8. Sensore di movimento gambe/scafo 17

4.9. Logica di funzionamento installazione jack up sui cassoni 18

4.9.1. Generalità 18
4.9.2. Taratura ed estensione del telescopio 18
4.9.3. Abbassamento gambe 18

4.9.3.1 Fase 1 (automatica) 18

4.9.3.2 Fase 2 (semiautomatica) 19

4.9.4. Inserimento pin nei ricettacoli dei cassoni 20
4.9.5. Sollevamento scafo 20

4.9.5.1 Estensione telescopi 20

4.9.5.2 Eliminazione della dinamica residua 20

4.9.5.3 Abbassamento gambe 21

4.9.5.4 Sollevamento scafo (primo tratto) 21

4.9.5.5 Scarico zavorra 21

4.9.5.6 Sollevamento scafo (secondo tratto) 21

4.10. Logica di funzionamento rimozione del jack up dai cassoni 21

4.10.1. Abbassamento scafo 21

4.10.2. Inserimento della funzione di ammortizzazione 22

4.10.3. Immersione scafo 22

5. MATERIALI 23

6. REQUISITI COSTRUTTIVI 24

6.1. Requisiti generali 24

6.2. Tolleranze di costruzione e montaggio 24

6.3. Saldature 24

6.4. Lubrificazione 26

6.5. Bulloneria 26

7. PROTEZIONE DALLA CORROSIONE 27

8. COLLAUDI 28

8.1. Generalità 28

8.2. Verifiche intermedie 28

8.3. Collaudi funzionali e prestazionali 28

8.4. Tarature 29

8.5. Collaudi di accettazione 29

9. DOCUMENTAZIONE 30

1. OGGETTO

Il presente documento, parte della specifica tecnica generale (doc. MV055P-PE-GNS-1111), definisce i requisiti e le indicazioni necessari alla realizzazione ed installazione delle gambe del jack-up, del sistema di movimentazione delle gambe del jack-up e dell'interfaccia tra gambe e scafo.

2. SCOPO DEL LAVORO

Scopo del lavoro è la realizzazione delle gambe del jack-up e dell'intero sistema necessario alla movimentazione delle gambe stesse e dello scafo.

L'apparato di movimentazione gambe/scafo è definito dai seguenti componenti:

- gambe del jack-up complete di piede, telescopio, relativi attuatori e sistemi di comando e controllo;
- travi di supporto e trascinamento;
- perni fissi, mobili e di stazionamento;
- sistema idraulico di movimentazione gambe/scafo;
- sensori particolari;
- struttura di interfaccia gambe scafo.

In particolare lo scopo del lavoro dell'Impresa comprende:

1. Esecuzione delle attività di progettazione di dettaglio e realizzazione dei diversi componenti che costituiscono l'apparato di movimentazione gambe/scafo. La progettazione include il coordinamento di tutte le attività di progettisti e produttori dei diversi componenti limitatamente ai componenti che condividono le stesse interfacce. A questo proposito è richiesto che:
   - lo sviluppo del dettaglio dell'interfaccia tra gambe e scafo sia coordinato tra le parti (se differenti) che si occupano rispettivamente della progettazione e realizzazione delle gambe e dello scafo. L'interfaccia tra le gambe (compreso il relativo sistema di movimentazione) e lo scafo è definita dal pozzo (con relativi pattini di scorrimento) e dall'interfaccia di tutte le apparecchiature idrauliche ed elettriche del sistema di movimentazione (cilindri, centraline, etc.);
   - lo sviluppo costruttivo dei dettagli dei collegamenti tra i cilindri idraulici e le strutture di supporto e contrasto sia definito dopo la scelta del fornitore dei martinetti stessi.
2. Progettazione e costruzione di tutte le attrezzature specifiche per la manutenzione.
3. Sviluppo dei disegni di officina della struttura e dei suoi componenti e

progettazione di dettaglio di elementi secondari e relativi supporti quali:

- scalette e sistemi di fissaggio;
- layout delle tubazioni idrauliche;
- layout dei cavi elettrici;
- catene portacavi;
- sistemi di ingrassaggio per componenti in moto relativo;
- elementi e golfari necessari alla movimentazione temporanea dei singoli oggetti a fini di installazione e successiva manutenzione. I punti di sollevamento devono essere certificati.

4. Definizione della sequenza e modalità per l'assemblaggio delle parti delle gambe nonché sequenza e modalità per l'assemblaggio delle parti con le interfacce.
5. Realizzazione ed installazione di:
   - n°. 4 gambe come da disegni in rif. /7/÷/9/, complete dei relativi piedi, telescopi e cilindri di attuazione;
   - n°. 4 travi di supporto dei perni di bloccaggio (vedi rif. /11/);
   - n°. 4 travi di trascinamento (vedi rif. /12/);
   - n°. 16 perni mobili;
   - n°. 16 perni fissi;
   - n°. 16 perni di stazionamento;
   - n°. 32 cilindri di sollevamento per movimentazione gambe/scafo;
   - n°. 32 cilindri di bilanciamento;
   - n°. 16 cilindri per movimentazione perni fissi;
   - n°. 16 cilindri per movimentazione perni mobili;
   - n°. 16 cilindri movimentazione perni di bilanciamento;
   - n°. 2 centraline idrauliche come da rif. /2/;
   - sistema di attuazione completo di tutti i componenti idraulici e di automazione e controllo come previsto in rif. /2/, /5/, /15/, /16/ e /17/;

- cablaggi elettrici, idraulici e catene portacavi;
- attrezzature di sollevamento necessarie per la movimentazione a fini manutentivi dei componenti oggetto della fornitura.

6. Integrazione di tutti gli elementi illustrati nella presente specifica con i sistemi a bordo del mezzo.
7. Collaudi, verifiche funzionali ed ispezioni durante la costruzione, come definito al Cap. 8.
8. Documentazione finale come da Cap. 9.

Si precisa che tutti sistemi adibiti alla movimentazione gambe/scafo descritti nello scopo del lavoro dovranno essere eseguiti a regola d'arte, comprensivi e completi di tutti gli elementi e componenti descritti in questo documento nonché di quanto necessario al loro corretto funzionamento e monitoraggio in conformità con i requisiti funzionali richiesti.

L'Impresa dovrà inoltre provvedere all'acquisto dei componenti commerciali e dovrà provvedere allo sviluppo dei dettagli secondari e delle interfacce non contenute nella documentazione trasmessa nel pieno rispetto dei requisiti funzionali e dei requisiti generali dei sistemi.

3. RIFERIMENTI

3.1. Elaborati del Progetto Esecutivo

RIF.	CODICE	TITOLO
		RELAZIONI SPECIALISTICHE
/1/	MV055P-PE-GNR-1029	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – SISTEMA DI PROTEZIONE CATODICA – RELAZIONE TECNICA
/2/	MV055P-PE-GNR-1030	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE GAMBE – RELAZIONE TECNICA
/3/	MV055P-PE-GNR-1031	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – GAMBE E INTERFACCIA SCAFO – RELAZIONE TECNICA
		SPECIFICHE
/4/	MV055P-PE-GES-1119	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – SPECIFICA TECNICA – SPECIFICA DI PITTURAZIONE E PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE
/5/	MV055P-PE-GNS-1117	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – SPECIFICA TECNICA – SISTEMI DI CONTROLLO NAVE E AUTOMAZIONE
/6/	MV055P-PE-GNS-1126	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – SPECIFICA TECNICA – SPECIFICA GENERALE PER I SISTEMI IDRAULICI
		DISEGNI STRUTTURALI
/7/	MV055P-PE-GND-5201	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – JACK-UP – CONFIGURAZIONE LUNGA/CORTA – GAMBE E SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE ASSIEME GENERALE
/8/	MV055P-PE-GND-5202	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – JACK-UP – CONFIGURAZIONE LUNGA/CORTA – GAMBE E SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE – ASSIEME GAMBA, VISTE E SEZIONI
/9/	MV055P-PE-GND-5203	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – JACK-UP – CONFIGURAZIONE LUNGA/CORTA – GAMBE E SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE – GAMBA PARTE INFERIORE, VISTE E SEZIONI

RIF.	CODICE	TITOLO
/10/	MV055P-PE-GND-5205	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – JACK-UP – CONFIGURAZIONE LUNGA/CORTA – GAMBE E SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE – TELESCOPIO – ASSIEME, VISTE E SEZIONI
/11/	MV055P-PE-GND-5208	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – JACK-UP – CONFIGURAZIONE LUNGA/CORTA – GAMBE E SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE – ASSIEME PIEDE E PIN DI CENTRAGGIO, VISTE E SEZIONI
/12/	MV055P-PE-GND-5213	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – JACK-UP – CONFIGURAZIONE LUNGA/CORTA – GAMBE E SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE – TRAVE DI SUPPORTO PERNI FISSI
/13/	MV055P-PE-GND-5214	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – JACK-UP – CONFIGURAZIONE LUNGA/CORTA – GAMBE E SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE – TRAVE DI TRASCINAMENTO PERNI MOBILI
/14/	MV055P-PE-GND-5261	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – JACK-UP – CONFIGURAZIONE LUNGA/CORTA – SCHEMA STRUTTURA DI COLLEGAMENTO GAMBE SCAFO – VISTA IN PIANTA E SEZIONI ORIZZONTALI
/15/	MV055P-PE-GND-5262	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – JACK-UP – CONFIGURAZIONE LUNGA/CORTA – SCHEMA STRUTTURA DI COLLEGAMENTO GAMBE SCAFO – SEZIONI LONGITUDINALI
/16/	MV055P-PE-GND-5263	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – JACK-UP – CONFIGURAZIONE LUNGA/CORTA – SCHEMA STRUTTURA DI COLLEGAMENTO GAMBE SCAFO – SEZIONI TRASVERSALI
/17/	MV055P-PE-GND-5503	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – JACK-UP – CONFIGURAZIONE LUNGA/CORTA – DETTAGLI TIPICI LEMBI SALDATI E SPALLATURE TRAVI
/18/	MV055P-PE-GND-5610	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – JACK-UP – CONFIGURAZIONE LUNGA/CORTA – CIRCUITO IDRAULICO PRINCIPALE – LATO PRUA
/19/	MV055P-PE-GND-5611	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – JACK-UP – CONFIGURAZIONE LUNGA/CORTA – CIRCUITO IDRAULICO PRINCIPALE – LATO POPPA

RIF.	CODICE	TITOLO
/20/	MV055P-PE-GND-5673	MEZZI PER LA SOSTITUZIONE DELLE PARATOIE – JACK-UP – CONFIGURAZIONE LUNGA/CORTA – SISTEMI DI AUTOMAZIONE – SCHEMA SISTEMA DI CONTROLLO E STRUMENTALE PER LE GAMBE

3.2. Normative

Lo sviluppo di dettaglio, la fornitura dei componenti e la realizzazione sarà svolta nel rispetto delle seguenti normative, ciascuna per il rispettivo campo di applicazione.

- CNR-UNI 10011-88 - "Costruzioni in acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione"
- DNV-OS-C201 – "Structural design of offshore units (WSD Method)" Aprile 2002
- DNV - "Classification Note 30.1"
- API RP 2A WSD – "Recommended Practice for planning, design and Constructing Fixed Offshore Platforms – Working Strength Design"
- Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996 - Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"
- AWS D1.1 o EN ISO 15607-15614 per saldature
- DNV OS C401 per controlli saldature
- UNI EN 22768-1 – "Tolleranze generali, Tolleranze per dimensioni lineari ed angolari prive di indicazione di tolleranze specifiche"
- UNI 11001 – "Codice di pratica per la preparazione dei lembi nella saldatura per fusione di strutture in acciaio"
- ASTM/ASME UNS S31803 o DIN W.Nr.1.4462 acciaio Duplex
- EN 10025 –"Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali"
- EN 10204:2004 – "Prodotti metallici - Tipi di documenti di controllo"
- UNI 7874 acciaio legato
- UNI 5275 per materiale bronzine
- UNI 3740 e ASTM A153 per bulloneria

4. REQUISITI FUNZIONALI DEL SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE GAMBE E SCAFO

4.1. Gambe

Le gambe del jack-up sono costituite da una struttura saldata in acciaio tipo S355J2G3 (vedi Cap. 5), di forma a cassone con sezione pressoché quadrata di lato 2.000 mm circa. Per maggiori dettagli costruttivi si vedano i rif. /7/÷/9/.

All'interno delle lamiere perimetrali sono saldati degli irrigidenti verticali e orizzontali. Devono essere ricavati passi d'uomo sulle lamiere perimetrali. Tali passi avranno dimensioni 600x750 mm.

In corrispondenza degli spigoli verticali si trovano, lungo tutta la lunghezza della gamba, dei lardoni con sezione 200 x 100mm. Tali lardoni sono saldati alle lamiere perimetrali della gamba.

Sui lardoni devono essere ricavati degli scassi aventi sezione 100x100 mm e altezza 200 mm entro cui si impegnano i perni, fissi e mobili, per il bloccaggio delle gambe. Il passo degli scassi è di 750 mm.

Su due facce dei lardoni, in corrispondenza dei pattini di scorrimento solidali allo scafo, devono essere saldate guide di scorrimento costituite da strisce di acciaio duplex dello spessore di 10 mm (vedi Cap. 5).

I pattini dello scafo (in bronzo alluminio vedi soluzione deva.glideTM o equivalente– vedi Cap. 5) dovranno essere montati dopo la costruzione del gamba e dovranno assicurare un gioco tra le guide di scorrimento non superiore a 4 mm (± 2 mm) tra due opposti pattini (vedi /3/, /8/, /14/, /15/ e /16/).

Nell'estremità inferiore interna di ciascuna gamba trova alloggiamento una struttura (telescopio) che può scorrere rispetto alla gamba. Il telescopio si interfaccia con la gamba attraverso un sistema guide di scorrimento e pattini ed è connesso alla struttura della gambe mediante un cilindro.

Nella parte inferiore del telescopio è collegato, mediante uno snodo sferico, un piede di forma conica e base piana. In corrispondenza dell'asse del piede è ricavato un foro cilindrico per lo scorrimento di un pin attuato per mezzo di un martinetto.

Il piede prevede, inoltre, una piastra ammortizzata nella sua parte bassa. L'ammortizzamento è ottenuto mediante quattro elementi elastici in gomma tipo

"Paulstra Butées Evidgom modello 810732/75" o equivalente, agenti in parallelo e capaci di una corsa massima di 100 mm con una rigidezza equivalente complessiva di 5.600 kN/m. . Il sistema è dimensionato in modo da minimizzare l'urto tra il piede e il cassone nelle peggiori condizioni previste.

4.2. Sistemi di movimentazione e bloccaggio verticale tra gambe e scafo

4.2.1. Generalità

Il sistema di movimentazione gambe-scafo è costituito da tre elementi fondamentali: i perni fissi, i perni mobili, i cilindri di sollevamento e di bilanciamento. I perni mobili sono inseriti in una struttura (trave di trascinamento) collegata direttamente ai cilindri di sollevamento. Tale sistema consente la movimentazione verticale di gamba e scafo.

I cilindri di bilanciamento hanno lo scopo di equilibrare e ridistribuire i carichi tra i perni di bloccaggio, anche in presenza di eccentricità del carico dovuto alle seppur limitate rotazioni relative tra gamba e scafo generate dai giochi di costruzione e dall'usura dei pattini.

È previsto inoltre un sistema di perni di stazionamento che permette di sostenere il peso della gamba e di intervenire sul sistema di movimentazione gamba/scafo.

La movimentazione verticale tra gambe e scafo è ottenuta mediante l'alternanza di fasi di scorrimento relativo tra gambe e scafo e fasi di bloccaggio di questo movimento.

Lo scorrimento relativo tra gamba e scafo è ottenuto con la seguente configurazione:

- i perni mobili vengono inseriti negli scassi delle gambe;
- i perni fissi non sono inseriti negli scassi;
- vengono attuati i cilindri di sollevamento.

Nelle fasi tra uno scorrimento e il successivo c'è una fase di blocco con:

- perni mobili non inseriti negli scassi;
- perni fissi inseriti negli scassi;
- attuazione dei cilindri di sollevamento.

I cilindri di sollevamento vengono continuamente allungati e retratti e i perni fissi e

mobili sono alternativamente inseriti e disinseriti nella sequenza adeguata all'ottenimento del movimento corretto tra gamba e scafo.

Per i dettagli delle sequenze di movimentazione si consulti il rif. /2/.

4.2.2. Perni fissi e trave di supporto

I perni fissi sono installati in una struttura chiamata trave di supporto dei perni fissi. Tale struttura è vincolata allo scafo mediante due serie di quattro cilindri necessari per bilanciare uniformemente i carichi sui perni.

I perni fissi sono collegati alla trave mediante attuatori (vedi Paragrafo 4.5) che ne consentono la traslazione fino al completo inserimento negli scassi presenti sulle gambe del jack-up. La trave di supporto deve essere munita di pattini di scorrimento in bronzo alluminio che si interfaccino alle guide presenti sulle gambe. Il materiale dei perni deve essere Duplex 2205 (vedi Cap. 5).

4.2.3. Perni mobili

I perni mobili sono installati in una struttura chiamata trave di trascinamento dei perni mobili. Tale struttura è vincolata allo scafo mediante i cilindri di bilanciamento e la relativa trave di supporto. I perni mobili sono attuati mediante cilindri che ne consentono la traslazione fino al completo inserimento negli scassi presenti sulle gambe del jack-up.

Il materiale dei perni deve essere Duplex 2205 (vedi Cap. 5).

4.3. Cilindri di sollevamento gambe/scafo e di bilanciamento

I cilindri di sollevamento gambe e scafo sono i cilindri che spostano la trave di trascinamento dei perni mobili rispetto alla trave inferiore consentendo così la movimentazione relativa tra gambe e scafo. Su ciascun golfare della trave fissa che si collega con il rispettivo cilindro di sollevamento è posto uno snodo sferico SKF GE180 TXA-2RS o equivalente (vedi /12/).

Sono presenti otto cilindri collegati in due serie da 4. Tali cilindri devono poter lavorare con una pressione di 350 bar e devono avere caratteristiche equivalenti alle seguenti:

- pistone 360 mm;
- stelo 140 mm;

- corsa 2.350 mm;
- forza massima in tiro 2500 kN.

I cilindri di bilanciamento collegano la trave di supporto dei perni fissi allo scafo. Su ciascun golfare di trave fissa e scafo su cui sono collegati i cilindri di bilanciamento è posto uno snodo sferico SKF GE180 TXA-2RS o equivalente (vedi /12/).

I cilindri di bilanciamento della trave di supporto devono poter lavorare con pressioni di 350 bar e devono avere caratteristiche equivalenti alle seguenti:

- pistone 360 mm;
- stelo 160 mm;
- corsa 100 mm;
- forza massima in tiro 2.500 kN.

La configurazione dei cilindri e la loro collocazione deve rispettare gli ingombri indicati negli elaborati grafici, garantendo che non si verifichino interferenze tra i vari componenti strutturali.

4.4. Cilindri di movimentazione perni fissi, mobili e di stazionamento

L'attuazione che consente di bloccare e sbloccare i perni fissi e i perni mobili è ottenuta impiegando cilindri idraulici con le seguenti caratteristiche:

- pistone 63 mm;
- stelo 45 mm;
- corsa 250 mm.
- Pressione massima di lavoro 250bar

La forza deve essere sufficiente a vincere gli attriti in fase di inserimento ed estrazione dei perni.

4.5. Telescopio

4.5.1. Generalità

Il telescopio è l'elemento che permette di superare la fase di transizione tra la condizione di scafo in libero galleggiamento e quella di scafo stabilmente appoggiato sul fondo (vedi rif. /7/).

Il telescopio è costituito da una struttura a parallelepipedo di lamiere saldate, in acciaio S355J2G3 (vedi Cap. 5). Nella parte interna sono presenti elementi di irrigidimento della struttura. In corrispondenza dei quattro spigoli verticali il telescopio presenta lardoni in grado di interfacciarsi con i pattini in bronzo alluminio collocati nella gamba.

Nella parte superiore il telescopio presenta una interfaccia per il relativo cilindro.

Nella parte bassa il telescopio presenta una struttura di acciaio forgiata che costituisce il componente femmina della cerniera sferica del piede.

All'interno del telescopio è collocato un martinetto per l'attuazione del pin di centraggio. Il pin stesso sarà opportunamente guidato attraverso piede e telescopio.

4.5.2. Cilindro di movimentazione telescopio

Il telescopio è movimentato da un cilindro comandato dal circuito idraulico mostrato in rif. /14/ e /15/.

Il cilindro ha le seguenti caratteristiche indicative:

- pressione di esercizio 350 bar;
- pistone 400 mm;
- stelo 360 mm;
- corsa 1.600 mm;
- forza massima in spinta 4.200 kN.

4.5.3. Perni di bloccaggio telescopio

In condizione di navigazione o di riposo del mezzo il telescopio è retratto all'interno della gamba; solamente durante il posizionamento sul sito di lavoro viene estratto ed opera come un ammortizzatore. Durante questa fase, il sistema idraulico è predisposto per mantenere, in caso di avaria di qualche componente, il telescopio nella posizione estratta ed ammortizzata (accumulatore inserito), in modo da evitare urti ed impuntamenti della gamba sul cassone.

Tuttavia, per evitare che si verifichi una accidentale estensione del telescopio durante la navigazione, sono stati previsti dei perni di bloccaggio del telescopio, le cui caratteristiche dimensionali ed interfacce con lo scafo sono riportate nei rispettivi disegni (vedi rif. /10/).

4.6. Piede

4.6.1. Generalità

Il piede costituisce la parte terminale della gamba. Esso è caratterizzato da una simmetria cilindrica, forma conica e con base piana.

È connesso al telescopio mediante una cerniera sferica. Tale elemento consente il corretto orientamento del piede sui cassoni nonostante i moti del jack-up.

In corrispondenza del suo asse può scorrere un pin attuato per mezzo di un martinetto idraulico. Il pin è necessario per centrare la gamba rispetto ai ricettacoli dei cassoni.

4.6.2. Cerniera

La cerniera è l'elemento di interfaccia tra piede e telescopio. Essa deve poter assicurare rotazioni di almeno 2 gradi in ogni direzione.

La parte superiore del piede è costituita dal componente maschio della cerniera sferica del piede (vedi rif. /11/).

La cerniera è realizzata da un pezzo forgiato in materiale 30NiCrMo12 (vedi Cap. 5).

4.6.3. Cilindro di azionamento del pin

Il pin è azionato da un cilindro idraulico avente le seguenti caratteristiche indicative:

- pressione di esercizio 350 bar
- pistone 160 mm,
- stelo 140 mm
- corsa 450 mm
- forza massima in spinta 700 kN

4.6.4. Sistema di ammortizzazione

Il piede deve prevedere un sistema di ammortizzazione per ridurre al minimo gli urti tra piede e cassone.

Il sistema di ammortizzazione del piede è costituito da quattro elementi di gomma

tipo "Paulstra Butées Evidgom modello 810732/75" o equivalente (corsa massima 100 mm rigidezza equivalente complessiva di 5.600 kN/m) e da una piastra (vedi rif. /11/). La piastra costituisce l'elemento di interfaccia tra piede e cassone. Il sistema è progettato in modo tale che nelle condizioni più sfavorevoli il telescopio si appoggi sulla piastra in modo quasi statico.

4.7. Pin di centraggio

I pin di centraggio sono gli elementi che consentono di centrare i moti oscillatori delle gambe del jack-up rispetto ai ricettacoli conici dei cassoni.

Il pin di centraggio realizza una forza centrante inversamente proporzionale alla distanza tra asse del ricettacolo e asse pin in virtù della geometria conica e del fatto che è forzato attraverso un accumulatore idraulico.

Nell'estremità superiore è presente un'interfaccia per i martinetti che attuano i pin. L'estremità inferiore è caratterizzata da forma conica (apertura 120°) in grado di accoppiarsi con la superficie conica del ricettacolo.

Il materiale del pin è acciaio S355J2G3 con un riporto di Inconel 625 di spessore pari a 5mm.

4.8. Sensore di movimento gambe/scafo

Per il corretto funzionamento del sistema è necessario rilevare con precisione il movimento relativo tra le gambe e lo scafo. Ciò è affidato a un sensore tipo encoder assoluto calettato su un alberino munito di una ruota dentata che misura la posizione di ciascuna gamba.

La ruota dentata deve accoppiarsi su una cremagliera posta su tutta la lunghezza utile della gamba.

Al fine di rilevare con precisione il moto verticale tra gambe e scafo e per assecondare eventuali moti orizzontali della gamba le ruota dentata deve essere spinta contro la cremagliera da un sistema elastico. La ruota dentata dovrà essere posizionata il più vicino possibile al ponte per minimizzare l'ampiezza dei moti orizzontali della gamba.

Si richiede di utilizzare una ruota dentata con modulo del dente prossimo a 5.

La cremagliera dovrà avere larghezza circa doppia rispetto allo spessore della ruota

dentata e comunque sufficiente a mantenere l'accoppiamento tra ruota e cremagliera stessa nonostante i possibili movimenti della gamba.

Si richiede un diametro nominale della ruota dentata di circa 200 mm. Gli ingombri dovranno essere comunque compatibili con le altre attrezzature presenti sul ponte in prossimità della gamba.

4.9. Logica di funzionamento installazione jack up sui cassoni

4.9.1. Generalità

Dopo la fase di navigazione e raggiungimento del punto di lavoro così come dopo aver eseguito attività di manutenzione si rende necessaria la movimentazione delle gambe e dello scafo del jack-up.

Si richiede che il sistema di movimentazione sia in grado di assolvere le funzioni illustrate nei paragrafi seguenti.

4.9.2. Taratura ed estensione del telescopio

Questa fase è effettuata dopo aver posizionato correttamente il mezzo in DP nella posizione geografica voluta. Prima d'iniziare l'installazione i telescopi sono vincolati alla gamba mediante perni di sicurezza ed i pin sono retratti (i perni mantengono garantiscono che il telescopio stia retratto anche in caso di avaria del sistema idraulico). Le gambe sono sollevate e gravano sul gruppo di perni fissi. L'operazione di taratura consiste nell'estensione completa del telescopio e nella regolazione della precarica dell'accumulatore del cilindro del telescopio. In questo modo si ottiene un telescopio ammortizzante in grado di "molleggiare" e dunque di attutire le sollecitazioni sul cassone durante la fase di appoggio delle gambe.

4.9.3. Abbassamento gambe

4.9.3.1 Fase 1 (automatica)

Le gambe vengono abbassate in modo sincrono e per una prima fase in modo automatico. Il sistema di controllo ne garantisce la discesa simultanea attraverso il sistema di martinetti a moto alternato. La retroazione per ottenere la sincronia di movimentazione viene fatta sui sensori tipo encoder assoluti montati su sistema ruota dentata/cremagliera. La prima fase si conclude con il primo contatto di uno

qualunque dei piedi contro il cassone, con il telescopio nella posizione di completa estensione. L'evento viene rilevato monitorando il sensore di spostamento lineare presente su ciascuno dei cilindri idraulici dei telescopi. A questo punto la discesa delle gambe viene arrestata e si conclude la prima fase di abbassamento automatico delle gambe.

4.9.3.2 Fase 2 (semiautomatica)

Le gambe devono essere ulteriormente abbassate rispetto allo scafo in modo che il telescopio rientri parzialmente fino a portarsi in una posizione di estensione media. L'azione di spinta esercitata dal cilindro e dal circuito idraulico fa sì che il piede del telescopio tenda a mantenersi in appoggio sul ricettacolo del cassone, mentre la gamba è libera di oscillare attorno a codesta posizione per effetto delle forze idrodinamiche agenti sullo scafo (le oscillazioni previste sono inferiori all'escursione del telescopio rispetto alla sua posizione media). Il circuito idraulico agisce da ammortizzatore per il telescopio, limitando la variazione di forze trasmesse al cassone di barriera (dettagli in rif. /2/).

L'eventuale perdita di contatto tra piede e cassone viene rilevata mediante lettura del raggiungimento della massima estensione del cilindro idraulico collegato al piede.

La reazione tra cassone e telescopio comporta una parziale emersione dello scafo (alcuni centimetri).

Il sistema di controllo registra le corse relative tra telescopio e gamba per assicurare che non si raggiunga mai il fine corsa, che comporterebbe l'insorgere di effetti impulsivi non ammortizzati (ovvero evita di comprimere oltremodo il telescopio in modo da garantire una corsa adeguata all'ampiezza dei moti, vedi /2/). Dunque il sistema di controllo impedisce che l'operatore possa continuare con la discesa delle gambe.

L'operazione di abbassamento gambe determina una riduzione della dinamica del natante, che risente dell'azione di contrasto offerta dal telescopio.

Gli snodi sferici tra piede e cassone consentono anche le rotazioni relative tra gamba e cassone conseguenti alla dinamica del mezzo.

4.9.4. Inserimento pin nei ricettacoli dei cassoni

I circuiti dei pin vengono presurizzati con i pin totalmente rientrati. Dopo la fase di presurizzazione i pin vengono abbassati simultaneamente e lentamente per evitare ogni impatto con il cassone. L'estensione dei pin comporta il centraggio delle gambe rispetto ai rispettivi ricettacoli conici.

4.9.5. Sollevamento scafo

4.9.5.1 Estensione telescopi

La prima fase di sollevamento dello scafo viene ottenuta agendo sui circuiti idraulici dei cilindri del telescopio. In questi cilindri viene aumentata progressivamente la pressione (il circuito del pin continua ad esercitare un'azione centrante) e quindi la forza esercitata dal telescopio. Come effetto dell'azione, il telescopio si estende rispetto alla posizione precedente e per reazione lo scafo emerge di alcuni centimetri, per compensare le reazioni al fondo (vedi rif. /2/). Le forze sui 4 telescopi sono diverse a causa della asimmetria dello scafo.

L'operazione, che comporta un irrigidimento della funzione di ammortizzatore, determina una ulteriore riduzione della dinamica dello scafo. Il controllo, durante l'allungamento dei quattro telescopi, deve monitorare i valori delle reazioni verticali e l'escursione dei telescopi.

In questa fase i martinetti per la movimentazione gambe sono mantenuti in posizione bloccata.

4.9.5.2 Eliminazione della dinamica residua

Raggiunta la pressione di progetto all'interno dei cilindri dei telescopi, viene predisposto ciascuno dei rispettivi circuiti idraulici in modo da consentire solamente l'estensione del telescopio, impedendone il rientro. In questa configurazione le azioni idrodinamiche, variabili nel ciclo d'onda tra due estremi rispettivamente diretti verso l'alto e verso il basso, possono sollevare lo scafo rispetto alla posizione media di equilibrio (semionda positiva, con fuoriuscita del telescopio) ma ne impediscono l'abbassamento nella successiva semionda negativa. Raggiunta la massima elevazione imposta dalle predette azioni idrodinamiche, il natante non è più in grado di muoversi e la sua posizione si stabilizza, dando luogo solamente ad una variazione periodica delle reazioni al fondo, proporzionale all'entità dei carichi d'onda.

4.9.5.3 Abbassamento gambe

Si procede quindi a sollevare lo scafo rispetto alle gambe. L'aumento di forza media associato alla diminuzione del volume immerso dello scafo fa progressivamente rientrare il telescopio, sotto controllo delle valvole di massima del circuito idraulico, fino a quando esso va in battuta contro la gamba.

4.9.5.4 Sollevamento scafo (primo tratto)

Lo scafo viene ulteriormente sollevato azionando i cilindri di movimentazione scafo fino a raggiungere una immersione di circa 1,5 m.

4.9.5.5 Scarico zavorra

In questa fase devono essere eliminate circa 900 t di zavorra (nel caso di Malamocco). I piani di zavorramento, preventivamente identificati in fase di progetto, saranno sviluppati in dettaglio durante la costruzione del mezzo, in funzione delle caratteristiche definitive del mezzo e della missione da compiere.

Il carico sul sistema di movimentazione deve essere continuamente monitorato affinché le sollecitazioni sulle gambe rimangano nell'intervallo predefinito.

4.9.5.6 Sollevamento scafo (secondo tratto)

Lo scafo viene infine sollevato alla quota di lavoro (chiglia a circa 2 m dal livello medio del mare) azionando di nuovo il sistema di movimentazione scafo. Quando si è raggiunta la posizione definita vengono ritirati i pin di centraggio.

4.10. Logica di funzionamento rimozione del jack up dai cassoni

4.10.1. Abbassamento scafo

Lo scafo viene abbassato attraverso una movimentazione simultanea dei cilindri di movimentazione gambe/scafo. Il sistema prevede il settaggio di opportune condizioni iniziali e tarature. Per i dettagli si veda rif. /2/.

Si abbassa lo scafo fino ad una immersione di circa 1.5 m, dopo di che si imbarca zavorra in quantità definita dai piani di zavorramento. Lo scafo rimane sempre fermo, l'interazione con l'onda e la corrente provocano in questa fase solo una variazione delle reazioni scambiate tra gambe e cassone. Si continua quindi l'abbassamento dello scafo diminuendo progressivamente le forze sulle gambe e

provocando il progressivo allungamento del cilindro del telescopio (estensione del telescopio) che è pressurizzato dall'accumulatore.

4.10.2. Inserimento della funzione di ammortizzazione

Successivamente il telescopio viene collegato all'accumulatore e vengono ritarate le valvole. Per i dettagli si veda rif. /2/.

4.10.3. Immersione scafo

Si abbassa ulteriormente lo scafo fino a raggiungere la condizione di galleggiamento, con telescopio che funziona da ammortizzatore (in modo analogo a quanto previsto nelle operazioni di installazione del mezzo descritte in precedenza).

Terminata la fase di immersione si recuperano le gambe ed in seguito si recuperano i telescopi.

5. MATERIALI

Il materiale da utilizzare per la costruzione delle strutture principali e del pin di centraggio, deve essere:

- acciaio 355J2G3 secondo EN 10025 fornito con certificazione tipo 3.2 rispetto alla EN 10204:2004 (sostituisce la certificazione tipo 3.1.C della EN 10204:1991) o equivalente.

Gli altri materiali da impiegare a seconda dei componenti sono:

- Guide e superfici di scorrimento, perni di bloccaggio gambe: acciaio inossidabile tipo Duplex SAF2205® (ASTM/ASME UNS S31803, DIN W.Nr.1.4462), fy=450 MPa (o equivalenti);
- Elementi forgiati (es. cerniere sferiche dei piedi): acciaio tipo 30NiCrMo12 UNI 7874, - fy min 785MPa);
- Pattini e bronzine di scorrimento: bronzo alluminio G-CuAl11Fe4Ni4 UNI 5275 - fy 275MPa, durezza HB160 con inserti in lubrificante solido compatibile con ambiente marino (vedi soluzione deva.glideTM o equivalente).

Tutti i materiali impiegati dovranno comunque essere dotati di certificazione d'origine attestante, oltre ai parametri di produzione e alla composizione chimica, lo snervamento minimo .

6. REQUISITI COSTRUTTIVI

6.1. Requisiti generali

L'Impresa, nello sviluppo degli elementi di dettaglio e nella scelta dei componenti, dovrà considerare con attenzione il peso delle attrezzature e verificarne la congruenza con quanto allocato per queste nell'ambito dell'insieme del progetto. Dovrà inoltre verificare con attenzione l'accessibilità e la manutenzionabilità dei vari componenti prediligendo soluzioni semplici e collaudate. La soluzione specifica dovrà in ogni caso essere progettata e costruita a regola d'arte.

Ogni componente deve essere fabbricato secondo le migliori regole dell'arte.

Non sono ammessi assemblaggi forzati tali da causare la formazione di tensioni residue che potrebbero essere incompatibili con gli sforzi di lavoro.

Tutti gli spigoli devono essere sbavati o lievemente raccordati, salvo ove espressamente indicato.

Tutti gli accoppiamenti a scorrimento devono essere liberi, senza impuntamenti e senza giochi eccessivi che ne pregiudichino la funzionalità in lavoro.

Le parti basculanti o incernierate devono poter ruotare liberamente senza cigolii o resistenze in alcun punto della rotazione.

6.2. Tolleranze di costruzione e montaggio

Dove non espressamente indicato le tolleranze dimensionali devono rientrare nella classe di tolleranza m (media) come da UNI EN 22768-1. Per campi di dimensioni che eccedono quelli indicati la tolleranza da rispettare è quella di ±1/1000. Tale indicazione deve considerarsi estesa anche alle tolleranze di forma. Si osserva inoltre che per quanto riguarda il montaggio finale dei pattini guida delle gambe si prevede l'aggiustaggio del loro spessore in funzione delle tolleranze realizzate al fine di garantire che i giochi tra gamba e pattino siano di circa 3 ±1 mm

6.3. Saldature

I criteri, le modalità e le prescrizioni base da seguire per la preparazione, l'esecuzione, la cura delle operazioni di saldatura ed il controllo dei giunti saldati sono contenute nelle AWS D1.1 alle sezioni relative ad ogni singola fase.

Alternativamente possono essere usate le EN ISO 15607-15614 (ex EN288). Normative equivalenti ma diverse devono essere concordate preventivamente con il Registro.

E' quindi richiesto che:

- tutte le saldature strutturali siano eseguite con procedimenti qualificati conformemente;
- tutte le saldature strutturali siano eseguite da operatori qualificati secondo le norme richieste ed utilizzando materiali d'apporto ed elettrodi qualificati e trattati e conservati come richiesto;
- il controllo in fase di qualifica del procedimento ed in produzione ed il livello degli operatori siano secondo quanto previsto dalle normative;
- tutta la documentazione prodotta per le qualifiche di procedimento, dei saldatori e degli operatori e per i controlli in produzione sia quella prevista nelle norme;
- eventuali riparazioni sulle saldature stesse risultino conformi alle norme citate;
- il tipo di controllo da effettuarsi sulle saldature strutturali sia dipendente dalla classe della saldatura stessa sia tale da soddisfare le DNV OS C401. In generale si fa riferimento a elementi di categoria "Principale" e a ispezioni di categoria II, per la quale sono previsti controlli visivi sul 100% delle saldature e controlli non distruttivi parziali (20%) con sistemi a particelle magnetiche, radiografie (saldature a iena penetrazione) o ultrasuoni.

Tutte le saldature delle strutture principali (gambe, telescopio, piede) devono essere a piena penetrazione, salvo ove diversamente indicato negli elaborati grafici.

Le saldature su elementi secondari, da sviluppare a cura dell'Impresa, dovranno comunque rispettare le citate normative.

Si dovranno inoltre rispettare le seguenti misure:

- tutti i cianfrini per saldatura devono essere preparati di mola o lavorati all'utensile; la loro corrispondenza con le indicazioni dei disegni costruttivi o dei disegni d'officina deve essere verificata prima di iniziare la saldatura;
- la preparazione dei lembi da saldare deve eseguire le indicazioni in UNI 11001 e /13/;
- devono essere prese misure adeguate per impedire deformazioni e surriscaldamenti delle parti più prossime al giunto da saldare.

6.4. Lubrificazione

I pattini di scorrimento devono essere muniti di inserti in lubrificante solido compatibile con l'ambiente marino come indicato in Cap. 5.

6.5. Bulloneria

Tutta la bulloneria che ha funzione strutturale dovrà essere di classe 8.8 UNI 3740 zincata secondo la ASTM A153. Per gli elementi che sono invece saltuariamente immersi e per cui è previsto uno smontaggio frequente sono da prevedere bulloni in acciaio inox grado A2-70 da installare ingrassati con grasso non solubile in acqua.

I fori per i bulloni devono essere eseguiti con trapano e risultare perpendicolari alla superficie del pezzo e devono avere il diametro di almeno 1.5 mm maggiore di quello del bullone.

I bulloni si devono inserire facilmente nei fori senza danneggiare il filetto. La testa dei bulloni e i dadi devono rimanere perfettamente perpendicolari alla superficie del pezzo.

Tutti i bulloni devono avere una lunghezza tale da non sporgere più di 6 mm dal dado o dal controdado. La lunghezza delle viti destinate a fori ciechi non deve essere inferiore a 1.5 volte il loro diametro e nel caso di fori ciechi di particolari che possono essere immersi, le viti vanno montate con del sigillante tenero.

7. PROTEZIONE DALLA CORROSIONE

Tutte le strutture devono essere opportunamente verniciate secondo le indicazioni presenti in rif. /4/ e la tipologia d'impiego ad eccezione di:

- Perni e superfici di scorrimento in acciaio inossidabile o inconel
- Bronzine e boccole
- Elementi strutturali e bulloneria in acciaio inossidabile
- Parti in alluminio anodizzato
- Elementi di gomma (bumber, tubi flessibili ect), cavi elettrici e sensori.

Le parti che rimangono immerse per lunghi periodi come il piede, il telescopio e la parte terminale della gamba devono essere protetti con anodi secondo quanto indicato nei documenti di progetto (vedi rif. /1/).

8. COLLAUDI

8.1. Generalità

L'Impresa deve prevedere una serie di ispezioni e collaudi relative alle diverse fasi della costruzione dei vari sistemi. Queste azioni devono essere previste e programmate nel piano controllo qualità e nel programma lavori. Il Concessionario ha facoltà di parteciparvi e dovrà essere avvisato con sufficiente anticipo rispetto alla data prevista.

In particolare sono richieste ispezioni durante la fase di costruzione, i test funzionali dei singoli sottoassiemi e la verifica per accettazione dei sistemi integrati.

Si richiede che sia incluso nell'oggetto della fornitura la progettazione e costruzione di tutte le attrezzature necessarie all'esecuzione dei test di collaudo e accettazione.

8.2. Verifiche intermedie

Le verifiche intermedie hanno lo scopo di controllare la corretta esecuzione del lavoro ed includono almeno:

- ispezioni visive e verifiche delle dimensioni, delle interfacce di progetto e del corretto assemblaggio di ciascun elemento;
- verifica della congruenza e completezza dei pezzi/sistemi con la documentazione di progetto. Verifica della marcatura dei pezzi;
- pesatura e verifica della corrispondenza con i dati di progetto dei pesi dei singoli oggetti, sottoassiemi e parti dei sistemi;
- ispezioni sulle saldature, sulla verniciatura e sulla corretta esecuzione e fabbricazione degli elementi e delle attrezzature secondo le migliori regole d'arte;
- verifiche delle parti idrauliche secondo le indicazioni presenti in rif. /6/.

8.3. Collaudi funzionali e prestazionali

I collaudi funzionali hanno lo scopo di verificare il corretto funzionamento delle attrezzature e la corrispondenza con i requisiti e le prestazioni richieste nonché

accertare che i montaggi siano stati eseguiti correttamente e che il tutto non sia viziato da difetti o altro. L'Impresa dovrà quindi prevedere e definire nella specifica di collaudo i modi necessari a verificare e misurare le prestazioni delle attrezzature in ogni modalità operativa e simulare le eventuali procedure di emergenza previste. Il risultato delle verifiche dovrà essere accuratamente registrato e verbalizzato.

I collaudi dovranno includere il funzionamento di tutti gli attuatori e le parti mobili nonché la perfetta efficacia di tutti i circuiti idraulici e di misura.

8.4. Tarature

In fase di collaudo dei vari sistemi si richiede che siano eseguite tutte le tarature dei sistemi e che siano definite tutte le costanti delle funzioni di trasferimento che governano i sistemi di attuazione.

8.5. Collaudi di accettazione

Il collaudo di accettazione finale sarà eseguito sulle attrezzature installate a bordo nave ed ha lo scopo di verificarne il corretto funzionamento e la completezza anche negli aspetti documentali. È previsto quindi di:

- effettuare tutti i test previsti dalla specifica generale per la consegna della nave, che comprendono prove di posizionamento sotto carico nella fase di installazione e allontanamento del mezzo, verifiche delle prestazioni complessive in termini di tempi operativi e della funzionalità del sistema di controllo;
- verificare che le attrezzature ed i sistemi siano completi in ogni parte e propriamente marcati identificati ecc.;
- verificare che la documentazione finale sia completa e che siano state prodotte le certificazioni richieste.

Dovranno essere comunque soddisfatti tutti i requisiti di collaudo e verifica stabiliti dal RINA per l'unità in oggetto ai fini della classificazione della stessa.

9. DOCUMENTAZIONE

La documentazione da produrre è parte dello scopo del lavoro e include l'emissioni dei diversi documenti necessari a registrare e documentare le varie fasi della costruzione. Tutti i documenti dovranno essere emessi per approvazione del Concessionario. In particolare si richiedono:

- programmi di progetto e documentazione di qualità, ovvero l'emissione per approvazione del Concessionario di un programma dettagliato del progetto ed un piano di sviluppo includente tutte le fasi e l'emissione di un rapporto di avanzamento con cadenza mensile. Immediatamente dopo richiesto un piano di controllo qualità dettagliato, da emettere per commenti da parte del Concessionario e delle parti terze coinvolte nelle relative aree di competenza, tale piano verrà dettagliato relativamente alle varie parti. Ogni parte verrà sottoposta all'attenzione del Concessionario prima dell'esecuzione delle varie attività;
- documentazione relativa all'ingegneria di costruzione e di dettaglio degli elementi secondari e delle parti impiantistiche e delle attrezzature di collaudo ovvero:
  - l'emissione di un piano di costruzione per ogni elemento oggetto della fornitura;
  - emissione dei disegni d'officina delle strutture principali e di tutti i semilavorati;
  - relazioni di calcolo, disegni d'assieme e di dettaglio delle strutture secondarie per cui l'Impresa deve finalizzare il progetto;
  - disegni d'assieme, di layout e dettagli delle parti impiantistiche, lista componenti e data sheet delle parti commerciali scelte;
  - piani d'integrazione;
  - qualifiche dei saldatori, dei processi di saldatura e controllo;
  - specifiche d'ispezione e collaudo di tutti gli elementi nello scopo del lavoro;
  - lista delle parti di ricambio raccomandate;
- documentazione as-built, che include la revisione di tutti i disegni.

- documentazione finale, che include:
  - i manuali di uso manutenzione degli elementi in fornitura, manuali che devono contenere almeno: la descrizione dell'attrezzatura, le indicazioni per l'installazione, la calibrazione ed il collaudo, le modalità per la movimentazione, le operazioni preliminari all'avviamento, procedure e programmi di manutenzione ordinaria e straordinaria, procedura di ricerca dei guasti, materiali di consumo ed attrezzi raccomandati e richiesti, disegni d'assieme e foto;
  - i certificati di collaudo, i certificati dei materiali e della loro rintracciabilità, la certificazione degli elementi di sollevamento, i certificati di conformità degli elementi commerciali etc.

Tutta la documentazione dovrà essere prodotta su carta ed in formato elettronico.