

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BOYA
OCEANOGRÁFICA IMPLEMENTADA CON
INSTRUMENTOS DE MONITOREO AMBIENTAL Y
TRANSMISIÓN DE DATA REMOTA”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO NAVAL**

HANS ROMMEL CALDERÓN CANGALAYA

PROMOCION 2004-I

LIMA – PERU

2012

ÍNDICE

Prólogo

CAPÍTULO I 1

INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes	3
1.2	Objetivos	3
1.3	Alcance	3

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1	Ubicación del área de trabajo	5
2.2	Elementos que conforman el Proyecto	5
2.2.1	Boya Oceanográfica	5
2.2.2	Instrumentos de medición de parámetros ambientales	6
2.2.2.1	Multiparámetro	6
2.2.2.2	Correntómetro	7
2.2.2.3	Estación meteorológica	8
2.2.3	Equipos de transmisión de data remota	9
2.2.3.1	Estación móvil	10
2.2.3.2	Estación maestra	12
2.2.4	Fuente de energía	12
2.2.4.1	Paneles solares	12
2.2.4.2	Controlador de carga	13
2.2.4.3	Banco de baterías	14
2.3	Sistema de anclaje	14

CAPÍTULO III

EVALUACIÓN DEL CAMPO DE TRABAJO

3.1	Estudio de corrientes marinas	15
3.1.1	Metodología	15
3.1.2	Resultados	17
3.1.2.1	Distribución vectorial de corrientes superficiales	18
3.1.2.2	Distribución superficial de componente "U"	19
3.1.2.3	Distribución superficial de componente "V"	20
3.2	Fondo Marino	20
3.2.1	Metodología	20
3.2.2	Resultados	21
3.3	Vientos superficiales	21

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN DELA BOYA

4.1	Generalidades	23
4.2	Materiales	23
4.3	Principios de diseño y construcción	24
4.3.1	Espesor de plancha	24
4.3.2	Arenado y pintado	25
4.3.3	Compartimentado interior	26
4.3.4	Construcción del castillo	26
4.3.5	Protección catódica	27
4.3.6	Dimensiones de la Boya	31

CAPÍTULO V**CÁLCULO DE FUERZAS EJERCIDAS SOBRE LA BOYA**

5.1	Fuerzas ejercidas por el viento	34
5.2	Fuerzas de la corriente sobre la boya	38
5.3	Fricción de la corriente	40
5.4	Fuerza resultante sobre la boya	41

CAPÍTULO VI**CÁLCULO DE ESTABILIDAD**

6.1	Cálculo de pesos total	42
6.2	Cálculo del centro de gravedad	46
6.2.1	Boya	46
6.2.2	Castillo y accesorios	47
6.2.3	Equipos de alimentación	48
6.2.4	Centro de gravedad total	48
6.3	Cálculo de momento de Inercia	49
6.4	Cálculo del centro de carena	51
6.5	Cálculo de estabilidad	55
6.5.1	Primer cálculo de estabilidad	59
6.5.2	Segundo cálculo de estabilidad	61
6.6	Reserva de flotabilidad	63

CAPÍTULO VII**SISTEMA ELÉCTRICO**

7.1	Instalación eléctrica	65
7.2	Consumo de carga	68

7.3	Hipótesis de consumo de carga	69
7.4	Suministro para generación de energía	71

CAPÍTULO VIII

SISTEMA DE ANCLAJE

8.1	Longitud de cadena	75
8.2	Selección de cadenas	76
8.3	Posición de cadena	78
8.4	Determinación del peso del muerto	80

Conclusiones	85
---------------------	-----------

Bibliografía	86
---------------------	-----------

ANEXOS

ANEXO A: Datos oceanográficos temperatura, salinidad y turbidez de bahía Pisco

ANEXO B: Datos de corrientes marinas de bahía Pisco

ANEXO C: Datos oceanográficos de bahía de Pisco

ANEXO D: Características de Multiparámetro

ANEXO E: Características de Estación Meteorológica

ANEXO F: Tabla de eficiencia electroquímica

ANEXO G: Tablas de característica de cadenas marinas

Planos

Plano B – 01: Vista de elevación de la Boya.

Plano B – 02: Estructura General de la Boya.

Plano B – 03: Sistema de amarre.

Plano B – 04: Ubicación de la Boya.

DEDICATORIA

"Dedico mi carrera profesional y el presente trabajo a mis padres; de los que me siento totalmente orgullosos de tenerlos, a mi madre Doña María Cangalaya Villa que desde la primera etapa de mi vida fue la persona que me brindó cariño y el amor que sólo una madre como ella sabe darlo; a mi padre Don Juan Calderón, ex alumno de la UNI, quien en todo momento me incentivó el amor por el estudio, con sus consejos y relatos de la vida universitaria."

AGRADECIMIENTO

“Agradezco a mis padres, porque han sido los cimientos de buenos valores con los que me he formado, tanto a nivel personal como profesional, siempre a mi lado brindándome su apoyo incondicional, dándome el aliento necesario cuando se presentaba algún inconveniente y siempre velando por mi bienestar, aún hasta este momento.”

“Un agradecimiento especial al Sr. David Cervetto por su ayuda desinteresada, consejos en el trabajo y su perspectiva para la realización de los proyectos de Ingeniería”.

PRÓLOGO

El presente proyecto se base en el diseño y construcción de una boya oceanográfica, pero acondicionada para que trabaje como estación remota de monitoreo de parámetros ambientales; el desarrollo de este proyecto se ha visto desde su fase inicial con los estudios de batimetría, hasta la construcción de la boya, instalación de los instrumentos de medición y equipos de transmisión de data.

El proyecto se inicia con el estudio de batimetría para conocer el ámbito de trabajo de la boya oceanográficas, como la velocidad del viento, velocidad de la corriente marina, profundidad, composición del agua, y poder determinar los equipos de monitoreo y sistema de amarre.

Para la construcción de la boya se utilizó la norma ABS y se determinó los espesores de las planchas de acero, para seleccionar el tipo de soldadura las normas AWS, para el arenado y pintado las normas SSPC-SP10; protección catódica la norma de la Germanisher Lloyd; es decir, para cada etapa del proceso de construcción se ha utilizado la norma correspondiente que nos permita asegurar la calidad del proyecto final.

Las fuerzas ejercidas sobre la boya fueron calculadas, tomando como referencia el estudio de batimetría del capítulo III, evaluado para las condiciones naturales más críticas, dado que se trata de una zona que está sujeta a condiciones naturales adversas. La fuerza total sobre la boya fue de 1.269 Ton.

El cálculo de estabilidad estático nos da como resultado una altura metacéntrica positiva ($GM > 0$), después de haber sido considerado un lastre de cemento en la parte inferior de la boya oceanográfica, esto nos da la estabilidad necesaria.

Para el sistema eléctrico, se ha hecho el cálculo para que pueda operar con una autonomía de casi dos días sin recibir energía solar, dado que nuestro sistema eléctrico es alimentado por paneles solares, se ha considerado el consumo de los equipos en los modos de trabajo y modo de descanso, es decir cuando no está enviando información de los datos recolectados.

El sistema de anclaje fue calculado para soportar las cargas que soporta la boya oceanográfica de 1.269 Ton, y que permita que el muerto de amarre no se desplace en el fondo marino y que la cadena no sufra roturas, producto de la tensión a la que está sujeta, por lo que se ha considerado para tal caso un factor de seguridad de 8, que es lo recomendado para cadenas que están en constante trabajo y en condiciones naturales adversas, como lo es el agua de mar.

Como resumen, diremos que en este proyecto se ha integrado varias ramas de la ingeniería; utilizando la boya como mecanismo flotante, al cual se le ha instalado instrumentos de medición de parámetros ambientales, diseñados para que trabajen a la intemperie por un periodo largo. Posteriormente estos equipos enviarán la información acopiada vía telemétrica a una estación que se encuentra en tierra.

Este proyecto sirvió como base para realizar la construcción de otra boya con algunas mejoras. Actualmente se encuentra instalada a 5 Km., de la primera boya.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

En la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas; se ha construido la plataforma y muelle, para la carga y descarga del gas licuado, proveniente de la Planta de Fraccionamiento de Gas, en la Playa Lobería; por lo que el Instituto Nacional de Recursos Naturales– INRENA, en convenio con PLUSPETROL, acordaron colocar un sistema de monitoreo de parámetros ambientales en tiempo real, cuya finalidad es alertar cuando detecta alguna variación de los parámetros naturales del agua de mar.

1.2 OBJETIVO

Monitorear y alertar sobre alguna variación que sufra la calidad del agua de mar, en sus parámetros ambientales, en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas; cerca de la plataforma y muelle de carga y descarga de la empresa PLUS PETROL.

1.3 ALCANCE

El presente proyecto contempla el diseño y construcción de una boya de acero; su respectivo anclaje y la implementación de los instrumentos y el

sistema de telemetría. Para la instalación se realizó un estudio previo del área donde va a ser instalada la boya para el monitoreo.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

La boya oceanográfica está funcionando a 5 Km., mar adentro de la playa Lobería, Distrito de San Andrés, Provincia de Pisco, Departamento de Ica; en las siguientes coordenadas (Latitud 0363011, Longitud 8477549) del sistema UTM DATUM WGS 84.

2.2 ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL PROYECTO

2.2.1 Boya Oceanográfica

Está conformado por las siguientes partes:

- **Boya:** Construida de planchas de acero naval ASTM A – 131, de ¼" de espesor, ha sido diseñada para albergar en su interior los equipos de telemetría, banco de baterías y registrador de almacenamiento de data.
- **Castillo:** Construido de aluminio naval, será fijada a la boya, en la parte superior, con pernos de acero inoxidable. Sobre su estructura irán soportados los paneles solares que alimentarán el sistema de telemetría y recargará el banco de baterías.

2.2.2 Instrumentos de medición de parámetros ambientales

Conformado por instrumentos instalados tanto debajo del agua como en la superficie. Los instrumentos son los siguientes:

2.2.2.1 Multiparámetro

Instrumento diseñado para trabajar a una profundidad de hasta 200 metros, posee los siguientes sensores: Turbidez, oxígeno disuelto, Ph, conductividad, clorofila, algas verdes y azules, temperatura. Cada sensor posee sustancias químicas, que al interactuar con el agua de mar reaccionan produciendo impulsos eléctricos; dichos impulsos son detectadas como señales analógicas y transformadas a señales digitales, para mayor detalle ver Anexo D. La corriente que necesita para su funcionamiento es de 0.060 A., teniendo como opción de alimentación, pilas alcalinas. Ver figura 2.1.

Descripción:

- Marca: HACH.
- Modelo: Hydrolab DS5X.
- Voltaje: 11-18 Voltios.
- Corriente: 0.06 Amperios.



Fig. 2.1: Instrumento Multiparámetro

2.2.2.2 Correntómetro

Instrumento diseñado y construido para trabajar hasta una profundidad de 150 metros, posee los siguientes sensores: nivel de profundidad, velocidad y dirección de la corriente de mar.

Los sensores se encuentran ubicados en los dos discos, que se muestran en la figura 2.2; cada disco posee tres sensores (transducers) que emiten señales acústicas para comunicarse entre ellos, de esta forma se permite detectar la velocidad y dirección de una partícula de agua.

Descripción:

- Marca: NOBSKA.
- Modelo: MAVS.
- Corriente: 0.023 Amperios.



Fig. 2.2: Correntómetro

2.2.2.3 Estación meteorológica

Diseñada para trabajar a la intemperie con accesorios de acero inoxidable para soportar la brisa marina, posee los siguientes sensores: Temperatura del ambiente, velocidad y dirección del viento, radiación solar, humedad relativa, presión barométrica, compás electromagnético, radiación solar, GPS.

Para evitar errores en las mediciones, posee un compás electromagnético que detecta el espiral del flujo del campo magnético de la tierra; con un circuito integrado, que convierte el espiral en señales digitales, que indican al compás la dirección del norte magnético verdadero. Ver figura 2.3.

Descripción:

- Marca: COASTAL ENVIRONMENTAL SYSTEMS.
- Modelo: WEATHERPACK 2000.
- Procedencia: USA.
- Voltaje: 11-18 Voltios.
- Corriente: 0.08 Amperios.
- Potencia: 0.72 W.

Para un mayor detalle de los sensores revisar el Anexo E.



Fig. 2.3: Estación meteorológica

2.2.3 Equipos de transmisión de data remota

Los equipos de transmisión de data remota constan de lo siguiente, para cada estación:

- Estación Móvil (radio modem y antena direccional)

- Estación Maestra (radio modem y antena omnidireccional)

El proceso de transmisión inicia con el recojo y almacenamiento de data, proveniente de cada instrumento, en el registrador de datos (*datalogger*), este a su vez se conecta a la radio MODEM mediante un cable RS-232, que envía los datos vía telemétrica a otra radio MODEM conectada a una antena direccional, que captura los datos enviados por la estación móvil. En la estación maestra la radio MODEM está conectada a una PC con un cable RS-232 y mediante el software (*INTERCEP*) se realiza la descarga de datos en tiempo real. Cada vez que el registrador de datos esté lleno, automáticamente graba sobre el primer archivo almacenado.

Para que exista una buena comunicación las antenas de las radios deben tener línea de vista, es decir que no exista interferencias entre ellas, como cerros, árboles, etc.; la estación móvil se encuentra dentro del ángulo de barrido de la antena omnidireccional para no perder comunicación.

2.2.3.1 Estación Móvil

La cual irá instalada en la boya, es alimentada por los paneles solares durante el día; y por el banco de batería durante la noche. Consta de un registrador de datos que almacena los datos y se conecta a una radio MODEM, que está a su vez es conectada mediante un cable coaxial a una antena omnidireccional, que es

ubicada en la parte superior del castillo de la boya para una mayor comunicación, junto a la señal de tope.

Registrador de Datos (Datalogger)

Es un equipo de almacenamiento de datos diseñado para aplicaciones de funcionamiento por periodos de tiempo desatendidos; es decir para la toma de datos meteorológicos dejados a la intemperie. Todos los datos de configuración, para el reconocimiento de los instrumentos, son almacenados en la memoria interna EPROM, manteniéndose la configuración si el sistema se quedara sin energía. Posee un procesador de 32 bits de bajo consumo que permite el cómputo de múltiples rutinas a una velocidad rápida. Esta unidad tiene la función de convertir las señales de entrada analógicas en señales de salida digitales. Ver figura 2D.

Descripción:

- **Marca:** COASTAL ENVIRONMENTAL SYSTEMS.
- **Modelo:** ZENO 3200.
- **Procedencia:** USA.
- **Voltaje:** 10-16 Voltios.
- **Corriente:** 1.8 Amperios.
- **Potencia:** 21.6 W.

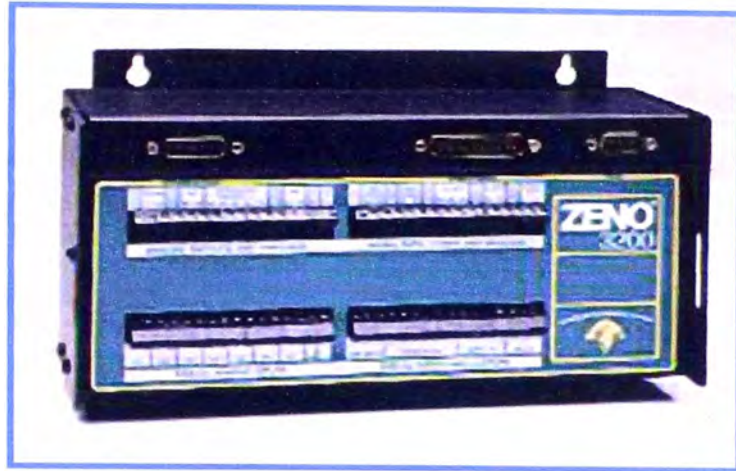


Fig. 2.4: Vista del registrador de datos

2.2.3.2 Estación Maestra

Estará situada en una estación en tierra a una distancia de 10.57Km., de la estación móvil, alimentada de la misma forma que la estación móvil. Consta de una radio MODEM que es conectada mediante un cable coaxial a una antena direccional (YAGI) que barre un ángulo de 25° – 30°, para tener una mayor comunicación es ubicada sobre el techo de la estación.

2.2.4 Fuente de energía

Para asegurar el abastecimiento permanente de energía a los instrumentos de medición, se utilizó energía renovable proveniente del sol, para ello se empleó lo siguiente:

2.2.4.1 Paneles solares

Los paneles solares poseen celdas fotovoltaicas, que en el momento que incide la luz solar sobre la superficie generan de forma inmediata corriente; además tiene instalado un diodo en la salida positiva del

panel que permite la circulación de corriente en el sentido del banco de baterías y previene que; durante la toma de data en la noche en que trabaja las baterías, haya un flujo de corriente en sentido inverso que dañe los paneles solares. El material de que están hechas las células es de silicio.

Para que la energía de alimentación sea suficiente para nuestro sistema se ha utilizado dos paneles solares de 50W/hy uno de 80W/h. Ver figura 2.5.



Fig. 2.5: Panel solar de 80 W/h

2.2.4.2 Controlador de carga

Para evitar entregar más energía de lo necesario y distribuir el amperaje necesario, que utiliza el sistema; se utilizó un controlador de carga, de esta forma se evita el deterioro en los equipos por exceso de energía y retorno de corriente.

2.2.4.3 Banco de baterías

Las baterías proporcionan energía durante la noche y son recargadas durante el día por los paneles solares. Las baterías han sido fabricadas de plomo y ácido, y todo el banco está compuesto por seis baterías, de 12 voltios y de 17 A/hora cada una, conectadas en paralelo.

2.3 SISTEMA DE ANCLAJE

Constituido por un bloque de concreto (*muerto de anclaje o sinker*) de 1.5Ton.; ver figura 2.6, con un cáncamo de acero en la parte superior, que se utilizará para engrilletar la cadena, y esta a su vez al cáncamo de la boya. El tramo de cadena tiene dos partes, la durmiente o rozadero que va tendido sobre el lecho marino y la pendiente que es el tramo que va suspendido desde el fondo hasta el cáncamo de la boya. Los accesorios que van unidos a la cadena y forman el tren de fondeo, son los siguientes:

- 01 Swibell u ocho giratorio de 5/8".
- 02 Kenters de 5/8".
- 01 Unión simple de 5/8".
- 02 Grilletes de 5/8".



Fig. 2.6: Muerto de anclaje o sinker

CAPÍTULO III

EVALUACIÓN DEL CAMPO DE TRABAJO

3.1 ESTUDIO DE CORRIENTES MARINAS

3.1.1 Metodología

Se han analizado las corrientes marinas, considerando su variabilidad en el espacio y el tiempo. Esta tarea no es posible hacerla de modo artesanal, por lo que se ha elegido un método Directo Euleriano basado en el registro electrónico o dinámico del flujo que pasa por un punto fijado geográficamente como una función de la profundidad, mediante el cual se mide la dirección y velocidad.

Se utilizó un correntómetro que registra la información en la memoria del equipo, la cual luego es transvasada al sistema digital, mediante una PC que dispone de una tarjeta y software para su lectura.

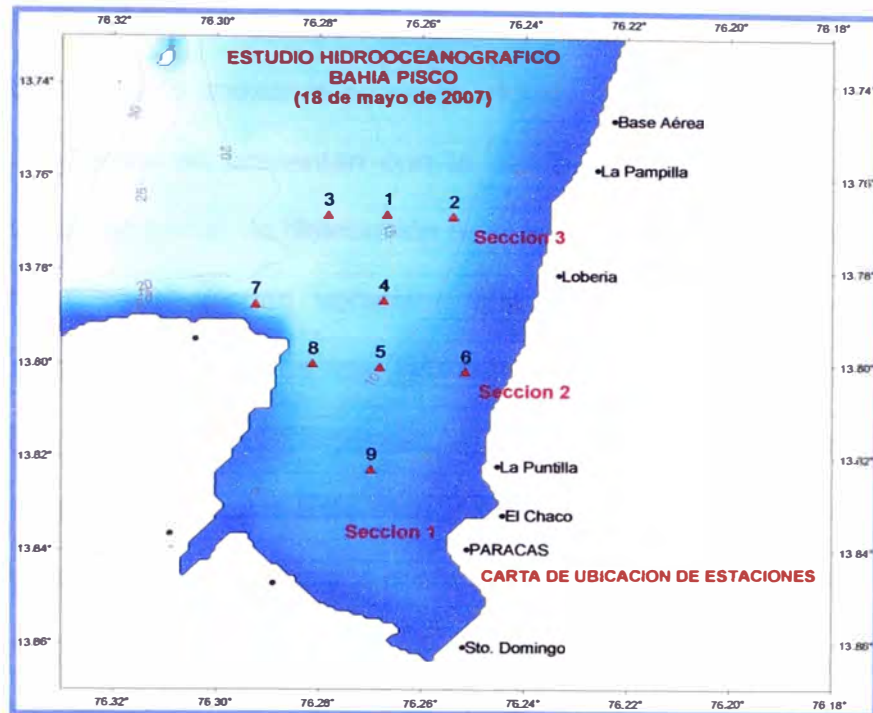


Fig. 3.1: Carta de posiciones de estaciones

Estas estaciones fueron diseñadas para cubrir toda el área de la Bahía en la que se establecieron 3 Transeptos verticales denominados 1, 2 y 3, con estaciones en disposición de grilla, en la que cada estación representaba tres niveles de muestreo de superficie, profundidad media y a un metro del fondo, a fin de tener información que nos represente los flujos de corriente en superficie, subsuperficiales (profundidad media) y de fondo.

En cada uno de los niveles de muestreo se obtuvieron registros de temperatura, salinidad, conductividad, dirección y velocidad de la corriente marina (Anexo A).

Los niveles evaluados han sido los niveles de 1, 6, 8, y 14 m de profundidad. IMARPE nos hace entrega de la certificación de los registros de los datos obtenidos por el correntómetro, los cuales previamente son convertidos al sistema digital, mediante una Tabla de Datos de

Corrientes Marinas (Anexo B) y Tabla de Datos Oceanográficos (Anexo C), las cuales se anexan al presente informe.

Las corrientes se presentan con la distribución vectorial de sus valores absolutos en cartas de distribución horizontal superficial, subsuperficial y de fondo y en secciones verticales que corresponden a los transeptos indicados. Los vectores de las corrientes fueron separados en sus componentes "u" y "v", perpendicular a la costa, siendo la componente "u" que expresa los flujos Este (+u) y Oeste (-u) y la componente "v" que expresa los flujos paralelo a la costa, Norte (+v) y Sur (-v).

3.1.2 Resultados

Los resultados se presentan mediante cartas de distribución superficial, sub-superficial (7 metros de profundidad) y de fondo así como en la distribución vertical de cada uno de los transeptos seleccionados denominados:

Sección 1: Paralela a la línea costera o longitudinal (Estaciones 1, 4, 5 y 9)

Sección 2: Bocana, Punta Pejerrey – Puerto Nuevo (Estaciones 8, 5, y 6)

Sección 3: Lobería - Plataforma embarque (Estaciones 1, 2 y 3).

Las características hidrodinámicas representadas por las corrientes superficiales (1m. prof.), subsuperficiales (5 a 8 m), y de fondo (5 a 19 m), se muestran en las figuras mediante distribución vectorial de valores absolutos y distribución de componentes "u" (flujos este – oeste) y "v" (norte – sur).

3.1.2.1 Distribución vectorial de Corrientes Superficiales

La distribución de las corrientes superficiales esta expresado mediante vectores de valores absolutos. Presenta direcciones variables, predominantemente hacia el norte en el área frente a lobería y hacia el sur al interior de la bahía, las magnitudes fueron entre 7.06 a 19.04 cm/s, correspondiendo las magnitudes con registros mayores de 8.00 cm/s a la zona con mayor influencia de la dinámica exterior de la bahía Paracas, destacando la máxima velocidad de 19.04 cm/s a la Estación 4, asociado a orientación de salida hacia el noroeste. Las corrientes con magnitudes menores de 8 cm/s se ubican al interior de la Bahía Paracas y próximas a la línea playa frente a Puerto Nuevo por el extremo este y Punta Pejerrey por el extremo Oeste (Figura 3.2).

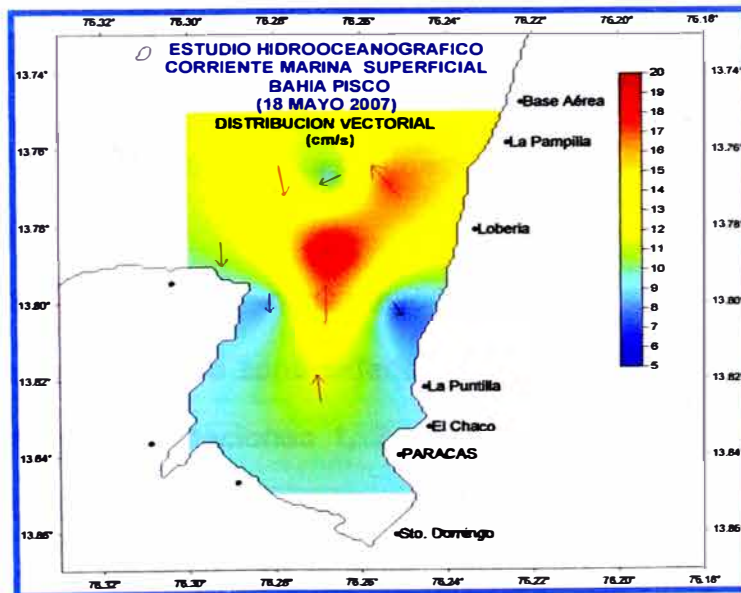


Fig. 3.2 Distribución vectorial de corriente superficial

3.1.2.2 Distribución Superficial de Componentes “u”.

Están referidas al eje “x”, que indican flujos hacia el oeste (-u) y este (+u). Se presentó una distribución que ratifica lo expresado en el párrafo anterior indicando que los flujos dominantes están hacia el océano o al oeste.

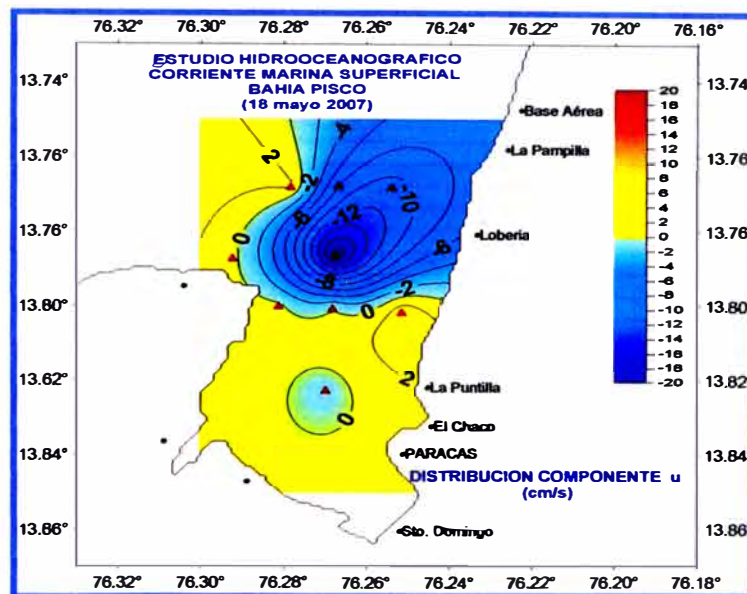


Fig. 3.3: Distribución componente “u” de corriente superficial

Se desarrollan con mayor intensidad (-2.01 a -19.04 cm/s), ubicadas en la zona exterior de La bahía Paracas como un núcleo entre las estaciones 1, 2 y 4. Los flujos con orientación hacia el este o de orientación hacia la línea de playa (+u) están desarrollándose en la zona central por los bordes de salida de la bahía Paracas pero con intensidades muy débiles zona protegida. (Figura 3.3).

3.1.2.3 Distribución Superficial de componentes “v”.

Están referidas al eje “y” que indican flujos hacia el norte (+v) y hacia el sur (-v) presenta un marcado dominio del flujo positivo (+v) hacia el norte desde la zona interior de la bahía Paracas por el eje central con intensidades que van aumentando progresivamente con intensidades de 6.76 a 16.76 cm/s

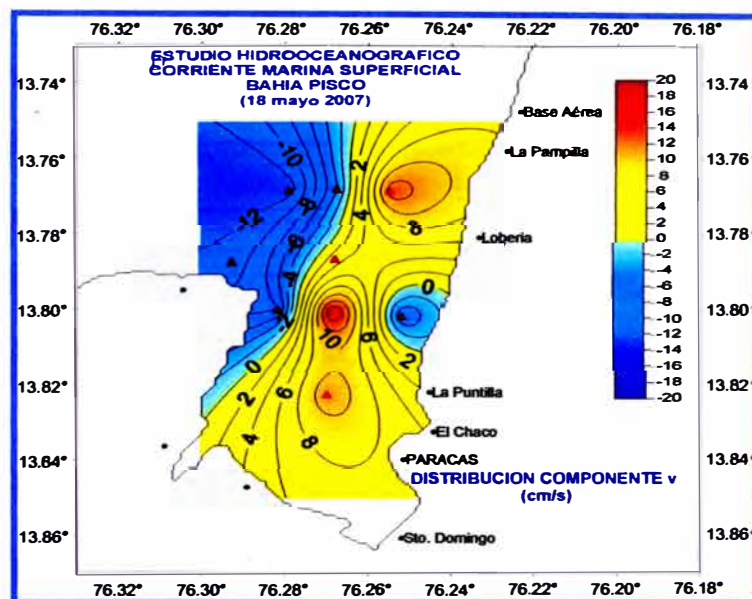


Fig. 3.4: Distribución componente “v” de corriente superficial

El flujo de corrientes dominante hacia el sur se presentan por los extremos de la bahía Paracas, débil en el área costera y con intensidad apreciable en el extremo o borde oeste del área de estudio alcanzando hasta -12.88 cm/s. (Figura 3.4).

3.2 FONDO MARINO

3.2.1 Metodología

Se realizaron estudios de muestreos de materiales superficiales del lecho marino, utilizando un muestreador de fondo que funciona en base

al principio del cucharón de almeja por medio de un seguro se mantiene abierto el muestreador, posición en la que se baja en el agua hasta que toca el fondo, donde se suelta el seguro en forma automática y las válvulas quedan libres.

3.2.2 Resultados

En el área de estudio se tomaron 02 muestras de sedimentos del fondo marino en la estación 1, áreas de posible ubicación de la boya oceanográfica. Los resultados de las muestras obtenidas, arrojan que la constitución granulométrica está representada entre el 94.48 a 99.78 % de arenas finas y 0.22 a 5.52 % de fango, predominando en la mayor parte los sedimentos con 99.7 a 99.9% de arenas finas.

En función a los estudios anteriormente realizados, se tiene que para la ubicación de la Boya, la capa superior del fondo, posee características granulométricas porcentuales, uniformes, presentando además restos de conchuela de almejas, no pudiéndose detectar otro tipo de resto hasta una profundidad aproximada de entre 9 – 10.5mts., para luego encontrar una capa de grava intermedia de mayor diámetro de partícula.

3.3 VIENTOS SUPERFICIALES

La distribución del viento superficial, durante los trabajos de observación presentó intensidades entre 0.3 a 3.7 m/s siendo predominante las intensidades menores de 3.0 m/s, los vientos registraron orientaciones Sur Este en las primeras 4 estaciones ubicadas al norte de la bahía de Paracas

y las otras variaron con dirección norte y noroeste. En general los vientos fueron totalmentedébiles incrementándose ligeramente la intensidad con el transcurrir del día (Figura 3.5). Estos valores no serán tomados en cuenta para el cálculo de cargas actuantes sobre la boya, debido a que no representan los valores cuando se presentan los vientos Paracas.

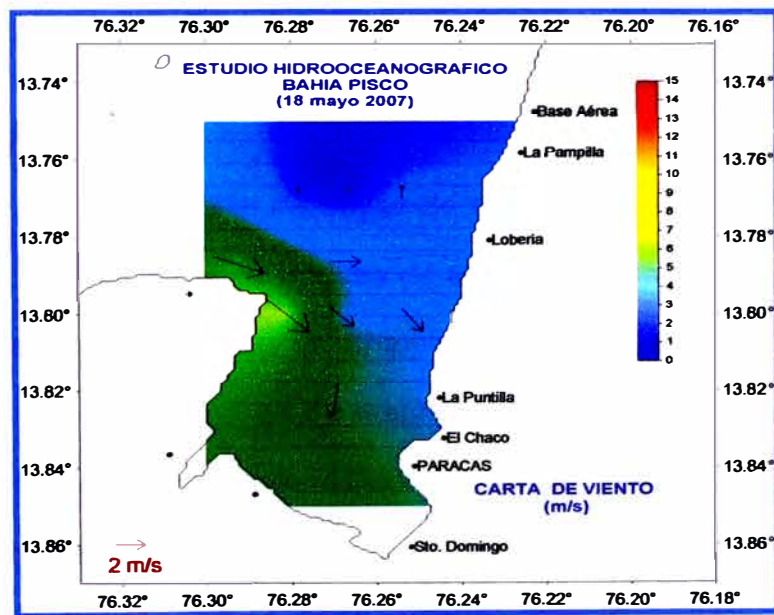


Fig. 3.5: Distribución de viento

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN DE LA BOYA

4.1 GENERALIDADES

En la historia de construcción de boyas de amarre y siguiendo las reglas de construcción y clasificación de buques de acero con una eslora inferior a 61 metros, del American Bureau of Shipping; nos menciona que para una embarcación con una eslora igual o menor a 19.8 metros, el espesor mínimo es de 2.5 mm., por lo que teniendo en cuenta esa consideración, se eligió para la construcción del forro del casco, un espesor de plancha de 6.35 mm

4.2 MATERIALES

El cuerpo de la boya está constituida por una plancha de acero rolada, que tiene la forma de un cilindro troncocónico; construido en acero naval A-131, cuyas propiedades químicas, físicas y mecánicas son establecidas por la ASTM, el espesor de plancha es de $\frac{1}{4}$ ".

Los compartimentos internos que protegen los equipos de telemetría, así como la tapa superior e inferior son del mismo material de acero y del mismo escantillonado que del forro de la boya.

La tapa superior de la boya presenta una ligera convexidad que evita que se acumule el agua. La tapa inferior remata en un cono invertido donde se sujeta el grillete giratorio (swibell) del sistema de fondeo.

Todas las juntas de soldadura serán de penetración y fusión completa; en las tapas, anillo central, mamparos, divisiones, etc. Los electrodos a utilizar son tipo AWS E-6010 y AWS E-7018 de 1/8". Los cordones de las tapas con el anillo en la boya estarán protegidos por soldadura interna y externa.

4.3 PRINCIPIOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

4.3.1 Espesor de plancha

Para determinar el espesor de plancha se empleó las reglas de construcción y clasificación de buques de acero, para una eslora inferior a 61 metros, del American Bureau of Shipping; donde para una embarcación de hasta 18.3 metros de eslora, el espesor mínimo es de 2.5 mm., por lo que teniendo en cuenta esta consideración, se eligió para la construcción del forro del casco, un espesor de plancha de 6.35 mm., considerando que en su interior poseen mamparos estancos cruzados, que harían el trabajo de refuerzos, sobre el forro de la boya, y a esto le agregamos el mamparo transversal que divide a la boya en cilindro y tronco de cono invertido.

4.3.2 Arenado y pintado

Las planchas de acero son arenadas cercanas al metal blanco, según la norma SSPC-SP10. Posteriormente se le aplicará el siguiente plan de pintura:

Obra Viva:

- Una capa de pintura Amercoat 68 HS a 3 mils de espesor de película seca.
- Dos capas de pintura Amercoat 385 HSA a 4 mils de espesor de película seca, cada una.
- Dos capas de pintura Amercoat 73 SP a 4 mils de espesor de película seca, cada una.

Obra Muerta:

- Una capa de pintura Amercoat 68 HS a 3 mils de espesor de película seca.
- Dos capas de pintura Amercoat 385 HSA a 4 mils de espesor de película seca, cada una.
- Una capa de pintura Amercoat 450 SP a 4 mils de espesor de película seca.

Interiores:

- Una capa de pintura Amercoat 68 HS a 3 mils de espesor de película seca.
- Dos capas de pintura Amercoat 385 HSA a 4 mils de espesor de película seca, cada una.

4.3.3 Compartimentado interior

Está constituido por una caja de acero del mismo espesor que el forro, donde alberga en su interior los equipos de telemetría y banco de baterías. El objetivo principal es colocar el mayor peso posible, en el interior de la boya; y además hermetizar la ubicación de los equipos, en caso de ocurrir algún siniestro. Las dimensiones fueron dadas de acuerdo al volumen que ocupaba todo el sistema.

4.3.4 Construcción del castillo

El Castillo ha sido construido de tubos de sección cuadrada de aluminio marino, consta de cuatro tubos colocados verticalmente a una distancia equidistante, son unidos transversalmente por tubos de la misma sección, en tres tramos a lo largo de longitud del castillo; en la parte inferior son colocadas planchas de 10x20 cm., que forman las patas, por donde se fijará a la boya.

En la parte superior de castillo se encuentra la señal de tope, que tiene la forma de una "X".

Los tubos cuadrados son de una sección de 40x40 mm., y un espesor de 4mm., lo que da un peso total del castillo es 40 kilos, sin considerar los soportes de paneles y accesorios que irán implementados en el castillo. La soldadura que se ha empleado es la TIG con gas argón para una mayor penetración del metal de aporte. Para la construcción del castillo se ha seguido el Reglamento de señalización Náutica del Centro de Hidrografía Naval.

Las consideraciones que se tomaron en cuenta para la selección de aluminio como material del castillo son las siguientes:

Primero; la estación meteorológica que va ir fijada al castillo, posee un compás electrónico que se alinea en tiempo real con el norte verdadero de la tierra; y el aluminio por ser un material de baja conductividad no genera atracción ni desviación del compás interno.

Segundo; se trata de tener el menor peso posible en la superestructura, de tal forma que no afecte a la estabilidad de la boya, ya que en la zona donde va a trabajar llegan a correr vientos de hasta 50 - 60Km/h.

4.3.5 Protección catódica

Protegeremos la superficie de la boya que está en contacto con el agua de mar; con un material de menor electronegatividad que el acero, en este caso utilizaremos el material zinc (Zn^{++}), que tiene un potencial de -0.762 voltios, comparada con el hierro (Fe^{++}) de -0.441 voltios, dada esta composición el zinc se comportará como ánodo y el cuerpo de acero de la boya funcionará como cátodo. Utilizaremos un tipo de aleación de zinc, que están dentro de los parámetros de las normas establecidas por la MIL – A18001-K y la Germanisher Lloyd, ver tabla N° 4A.

Tabla N° 4.1: Especificaciones Técnicas

Anodos de Zinc			Anodo (Norma MIL-A-18001K)
Composición Química (%)	Al	Min	0.1000
		Max	0.5000
	Cu	Min	
		Max	0.0050
	Fe	Min	
		Max	0.0050
	Pb	Min	
		Max	0.006
	Cd	Min	0.025
		Max	0.070
	Zn	Min	99.3140
		Max	

Calculando la corriente de protección (I_G), con la siguiente fórmula:

$$I_G = A_G \cdot I_S \cdots (4A)$$

Donde:

A_G = Área para ser protegida (m^2)

I_S = Densidad de corriente protectora (mA/m^2)

Se sabe que para la costa Sur del Perú, la densidad de corriente protectora, para superficies de acero pintado con pintura epóxica, es de $90 mA/m^2$, teniendo como medio agresivo el agua de mar; pero tomaremos el valor de $200 mA/m^2$, para planchas de acero pintado sujeto a roces como caso crítico. Entonces tenemos que para cada superficie, ver tabla N° 4.2.

Tabla N° 4.2 Corriente de protección I_G

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	A_G (m^2)	I_s (mA/ m^2)	I_G (A)
1	Parte inferior de la boya	0.79	200	0.16
2	Parte troncocónica	2.38	200	0.48
3	Parte cilíndrica sumergida	2.76	200	0.55
TOTALES		5.93		1.19

Calcularemos el peso del ánodo de sacrificio requerido (m_G), para cada área, con la siguiente formulación.

$$m_G = \left(\frac{I_G \times t_s}{Q_g} \right) \dots (4B)$$

Donde:

I_G = Intensidad de corriente protectora

t_s = Periodo de protección

Q_g = Eficacia electroquímica de la aleación del ánodo

Requerimos que el periodo de protección catódica sea de un año, es decir un total de 8,760 horas. De las tablas de GL, ver Anexo F, se tiene que $Q_g = 780$ A-h/Kg. Entonces tenemos la masa de ánodo para cada superficie a partir de la ecuación (4B) es, ver tabla N° 4.3.

Tabla N° 43: Masa de ánodo m_G

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	I_G (A)	t_s (h)	Q_g (A-h/Kg)	m_G (Kg)
1	Parte inferior de la boya	0.16	8,760	780	1.76
2	Parte troncocónica	0.48	8,760	780	5.35
3	Parte cilíndrica sumergida	0.55	8,760	780	6.21
TOTALES		1.19			13.32

En lugar de colocar un solo ánodo de 14 kilos para cubrir la masa de ánodo requerida, colocaremos cinco ánodos de 3.60 kilos, para distribuir mejor la corriente protectora alrededor de la boya, respetando la cantidad de masa por superficie de protección. Primero calcularemos la resistencia de cada ánodo, con la siguiente formulación:

$$R = \left(\frac{\rho}{2 \times S} \right) \dots (4C)$$

Reemplazando valores en la ecuación (4C) tenemos:

ρ = Resistividad magnética del ánodo (24 Ohm – Cm)

S = Media aritmética de la longitud y ancho del ánodo (13.1 Cm)

Tenemos que la resistencia de cada ánodo es:

$$R = 0.916 \Omega$$

Con esta resistencia se determina la intensidad de corriente, utilizando la ley de Ohm tenemos:

$$I_a = \frac{E}{R} \dots (4D)$$

Donde:

I_a = Intensidad de corriente de cada ánodo (A)

E = Potencial de disolución para polarización de estructura (0.8 V)

R = Resistencia de ánodo (0.916 Ohm)

Reemplazando valores en la ecuación (4D), tenemos que la intensidad de corriente de cada ánodo es:

$$I_a = \frac{0.8}{0.916} = 0.873 A$$

Ahora la corriente total (I_T) entregada por cada ánodo está dado por:

$$I_T = N^\circ \text{ de ánodos} \times I_a$$

$$I_T = 5 \times 0.873 = 4.367 A$$

Comparando la corriente de protección (I_G) con la corriente total (I_T) entregada, tenemos que $I_T > I_G$, por lo que la demanda de corriente de protección está cubierta.

4.3.6 Dimensiones de la Boya

Las dimensiones de la boya fueron determinadas de acuerdo a las necesidades que se tiene para este proyecto, teniendo en consideración parámetros como: costo de construcción, traslado, instalación y mantenimiento; sin dejar por ello de lado, las consideraciones técnicas, tanto de materiales como de elementos, que se debe tener en cuenta para la ejecución de este proyecto, considerando que sobre su interior lleva equipos de gran valor económico.

Tabla N° 4.4: Especificaciones Técnicas

Descripción		Medidas
1	BOYA	
	Diámetro Superior	1,600 mm.
	Diámetro Inferior	1,000 mm.
	Altura parte cilíndrica	800 mm.
	Altura parte troncocónica	500 mm.
2	Peso con equipos y sin lastre	978.40 Kg.
3	Peso del lastre	457.71 Kg.
4	Peso Total	1,436.65 Kg.
5	Francobordo Máximo	438 mm.
6	Francobordo Mínimo	290 mm.
7	Carga máxima de fondeo	1,600 Kg.
8	Reserva de flotabilidad	798.74 Kg.

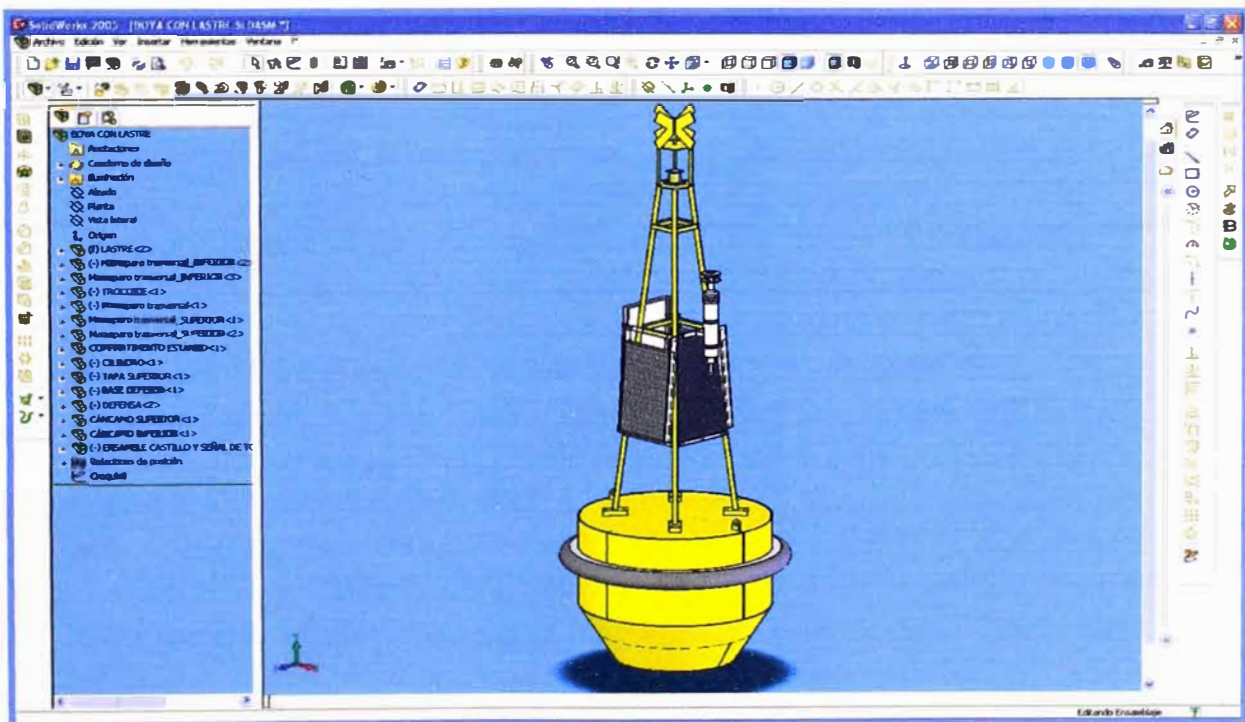


Fig. 4.1.: Vista del diseño de la boya y castillo



Fig. 4.2: Vista de la boya con el castillo en el área de trabajo

CAPÍTULO V

CÁLCULO DE FUERZAS EJERCIDAS SOBRE LA BOYA

El cálculo de fuerzas es determinante para conocer el comportamiento de la boya en el mar; y también para conocer el sistema de anclaje necesario, para fondear la boya en la posición a monitorear. Las fuerzas a calcular, son las que actúan en la obra viva y obra muerta de la boya; teniendo como carga principal a la fuerza del viento, que actúa directamente sobre la superficie de la obra muerta de la boya.

Debido a las diferencias de presión atmosférica provenientes del calentamiento de los desiertos areníferos, situados en el departamento de Ica, existe en la zona la presencia de los llamados '*Vientos Paracas*', cuyas velocidades llegan a alcanzar de 50 a 60 km/h., en promedio a partir de las 4:00 pm. La carga ejercida por la fuerza del viento sobre la boya, se ve incrementada por la instalación de paneles solares, con unas dimensiones de 0.5 m x 1.12 m de sección, colocados alrededor del castillo, esto traerá como consecuencia que la fuerza que ejerza el viento sobre los paneles produzcan el 'efecto vela'.

5.1 FUERZAS EJERCIDAS POR EL VIENTO (R_v)

Esta fuerza es producto de la presión ejercida por una masa de aire en movimiento, *presión dinámica*, y deriva del teorema de Bernoulli, equivalente

al producto de la densidad del aire por la velocidad al cuadrado, a una altura determinada, dividido por dos.

La fórmula que emplearemos para el cálculo de la presión dinámica es la siguiente:

$$P_v = \frac{\rho}{2 \cdot g} C_{VF} \cdot V^2 \dots (5A)$$

Donde:

P_v = Presión dinámica

ρ = Densidad del área con roción: $8 \cdot 10^{-3}$ Ton/m³

g = Gravedad (9.81 m/s²)

C_{VF} = Coeficiente de fuerza

V = Velocidad del viento máxima

Entonces la fuerza del viento se calcula multiplicando la presión dinámica (P_v) por el área (A) donde la fuerza ejerce dicha presión:

$$R_v = P_v \cdot A \dots (5B)$$

Entonces se tiene que el área (A) se descompone de la siguiente manera:

$$R_v = P_v \cdot (A_{TV} \cdot \cos^2 \alpha + A_{LV} \cdot \sen^2 \alpha) \dots (5C)$$

Donde:

A_{TV} = Área expuesta al viento en sentido transversal

A_{LV} = Área expuesta al viento en sentido longitudinal

Pero por tratarse de una figura simétrica se deduce que:

$$A_{TV} = A_{LV} \dots (5D)$$

Entonces reemplazando (5D) en (5C) y resolviendo, se tiene lo siguiente:

$$Rv = Pv \cdot (A_{TV} \cdot \cos^2 \alpha + A_{LV} \cdot \sin^2 \alpha) = Pv \cdot A_{TV} \cdot (\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha)$$

$$Rv = Pv \cdot A_{TV} \cdot (\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) = Pv \cdot A_{TV} \times 1$$

$$Rv = Pv \cdot A_{TV} \dots (5E)$$

Entonces se tiene que la fuerza del viento, ejercida sobre un volumen de superficie simétrica, se calcula de la siguiente manera, reemplazando (5A) en (5E) se tiene:

$$Rv = \frac{\rho}{2 \cdot g} C_{VF} \cdot V^2 \cdot A_{TV} \dots (5F)$$

Para el cálculo de fuerzas de nuestro proyecto se tomará en dos partes:

- Obra muerta de la boya
- Castillo con paneles solares

Fuerza del viento sobre la obra muerta de la boya

Tomando en consideración que en la Bahía de Paracas, se están presentando fenómenos naturales como: sismos y vientos fuertes; se ha precisado para el cálculo, tomar como referencia la velocidad del viento de 130 Km/h, con el aire lleno de rociones y enorme oleaje, según la Escala de

Beaufort de la Fuerza de los Vientos. Esto para tratar de evitar cualquier daño que sufra nuestro artefacto flotante, producto de la variación de las condiciones climatológicas.

Entonces tenemos que calcular la velocidad del viento a 130 Km/h para una condición crítica.

$$V = 36.11 \frac{m}{s}$$

Los valores de los parámetros según datos meteorológicos son los siguientes:

$$\rho = 8.10^{-3} \text{ Ton/m}^3 \text{ (roci3n)}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$C_{VF} = 1.3$$

$$V = 36.11 \text{ m/s}$$

$$A_{TV} = 0.734 \text{ m}^2$$

Remplazando los datos en la ecuaci3n (5F) se tiene:

$$R_{v1} = \frac{8.10^{-3}}{2 \times 9.81} \times 1.3 \times 36.11^2 \times 0.734$$

$$R_{v1} = 0.507 \text{ Ton}$$

Fuerza del viento sobre el castillo y paneles solares

Tomando las mismas consideraciones utilizado para el c3lculo de la fuerza del viento sobre la obra muerta de la boya, se tiene lo siguiente:

$$\rho = 8.10^{-3} \text{ Ton/m}^3 \text{ (roci3n)}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$C_{VF} = 1.3$$

$$V = 36.11 \text{ m/s}$$

$$A_{TV} = 0.56 \text{ m}^2 \text{ (considerando el \u00e1rea del panel solar y de los perfiles de aluminio del castillo)}$$

Remplazando los datos en la ecuaci\u00f3n (5F) se tiene:

$$R_{V2} = \frac{8.10^{-3}}{2 \times 9.81} \times 1.3 \times 36.11^2 \times 0.56$$

$$R_{V2} = 0.387 \text{ Ton}$$

Por lo tanto la resultante de la fuerza del viento es:

$$R_{VT} = R_{V1} + R_{V2} = 0.507 + 0.387$$

$$R_{VT} = 0.894 \text{ Ton}$$

5.2 FUERZAS DE LA CORRIENTE SOBRE LA BOYA (R_{CP})

La fuerza de la corriente marina es un movimiento de traslaci\u00f3n, continuado y permanente de una masa de agua, que influye en forma permanente sobre los cuerpos que flotan en el mar; se calcula de la siguiente manera:

$$R_{cp} = \frac{\gamma_w}{2g} \cdot V_c^2 \cdot Cb \cdot As... (5G)$$

Donde:

R_{CP} = Fuerza de la corriente sobre la boya

γ_w = Peso espec\u00edfico del agua de mar

As = Superficie sometida al empuje de la corriente

C_b = Coeficiente de bloque

V_c = Velocidad Corriente

g = Gravedad

En nuestro proyecto tenemos que el coeficiente de bloque (C_b) está dado por la relación entre el volumen de la carena del casco de la boya y el paralelepípedo que lo contiene, entonces:

$$C_b = \frac{\text{Volumen de carena}}{\text{Volumen paralelepípedo}} \dots (5H)$$

Reemplazando valores en la ecuación (5H), tenemos:

$$C_b = \frac{1.34}{2.125} = 0.631$$

Para el determinar la velocidad de corrientes (V_c), se toma en cuenta que el calado de la boya es de 0.83 m., por lo que las velocidades superficiales entre 1 a 6 metros de profundidad cubrirían todo el volumen sumergido; entonces considerando situaciones críticas, se toma el valor de $V_c = 1.5$ m/s.

Los valores de los parámetros según datos meteorológicos son los siguientes:

$$\gamma_w = 1.024 \text{ Ton/m}^3$$

$$A_s = 4.825 \text{ m}^2$$

$$C_b = 0.631$$

$$V_c = 1.5 \text{ m/s}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Reemplazando valores en la ecuación (5G) se tiene que:

$$R_{CP} = \frac{1.024 \times 1.5^2 \times 0.631 \times 4.825}{2 \times 9.81}$$

$$R_{CP} = 0.358 \text{ Ton}$$

5.3 FRICCIÓN DE CORRIENTE (R_{CF})

La fricción de la corriente es debido a las imperfecciones en la superficie, especialmente microscópicas, esta fuerza se hace presente cuando la masa de agua está en contacto con la superficie del casco de la boya. Se calcula de la siguiente manera:

$$R_{CF} = \frac{\gamma_w}{2 \cdot g} C_F \cdot V_C^2 \cdot A_s \dots (5H)$$

Donde:

R_{CF} = Fuerza ejercida por la fricción de la corriente sobre la boya

γ_w = Peso específico del agua de mar

g = Gravedad

μ_K = Coeficiente rozamiento: 0.03

V_C = Velocidad. Corriente

A_s = Superficie en contacto con el agua de mar

De las tablas de valores de coeficientes de rozamiento se toma el coeficiente de rozamiento cinético $\mu_K = 0.03$, por encontrarse en movimiento.

La superficie sometida a la fuerza de fricción es la misma que la superficie sometida al empuje de la corriente.

Luego se tiene:

$$\gamma_w = 1.024 \text{ Ton/m}^3$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\mu_k = 0.03$$

$$V_c = 1.5 \text{ m/s}$$

$$A_s = 4.825 \text{ m}^2$$

Reemplazando valores en la ecuación (5H) se tiene que:

$$R_{CF} = \frac{1.024 \times 1.5^2 \times 0.03 \times 4.825}{2 \times 9.81}$$

$$R_{CF} = 0.017 \text{ Ton}$$

5.4 FUERZA RESULTANTE SOBRE LA BOYA (F_R)

Todas las fuerzas que actúan sobre la boya, acción del viento, fuerza de corrientes y fricciones de corrientes dan la siguiente resultante:

$$F_R = R_{VT} + R_{CP} + R_{CF} = 0.894 + 0.358 + 0.017 = 1.269 \text{ Ton}$$

CAPÍTULO VI

CÁLCULO DE ESTABILIDAD

La estabilidad de un cuerpo libre en un fluido se considera como estable si regresa a su posición original después de habersele girado un poco alrededor de un eje horizontal; dicha estabilidad depende si los cuerpos están sumergidos o se encuentran flotando. Para nuestro caso realizaremos el cálculo de estabilidad para un cuerpo flotante.

El equilibrio que tiene nuestra boya, permite mantener su posición vertical, frente a las fuerzas que actúan sobre la boya, mencionadas en el capítulo V; de esta forma se evita que el castillo entre en contacto con el agua de mar. Para tal efecto, sobre la línea recta que pasa por el eje vertical del cuerpo que une los puntos del centro de gravedad (CG) y el centro de flotación (CB), se tiene que mantener que la altura metacéntrica (MG) sea mayor a cero.

Cumpliendo las condiciones de estabilidad, y se gira el cuerpo ligeramente con respecto a un eje horizontal, debido a las fuerzas mencionadas en el capítulo V, el centro de carena o centro de volumen sumergido (CB) se desplaza a una nueva posición debido a que la geometría del volumen desplazado se ha modificado; la fuerza de empuje y el peso ahora producen un par de rectificación que tiende a

regresar al cuerpo a su orientación original. Es por eso que para determinar que la altura metacéntrica sea mayor a cero, se realiza un lastrado con cemento, para que el cuerpo sea estable.

6.1 CÁLCULO DE PESOS TOTAL

Para determinar el peso estructural de la boya, se tomó en consideración lo siguiente: el espesor de plancha de acero naval *ASTM A – 131* grado A ($t = \frac{1}{4}$ ") y la densidad del acero ($\rho = 7,850 \text{ Kg/m}^3$), y las dimensiones de los distintos componentes estructurales de la boya. A continuación veremos todos los componentes que la conforman.

Parte troncocónica; es la parte inferior de la boya, consta de una tapa posterior y superior, donde irá soldado unasobre planchas de 6"x4"x $\frac{1}{2}$ " y un cáncamo por donde se realizará el amarre con la cadena (ver figura 6.1). En el interior del trocoide va el lastre necesario para la estabilidad de la boya.

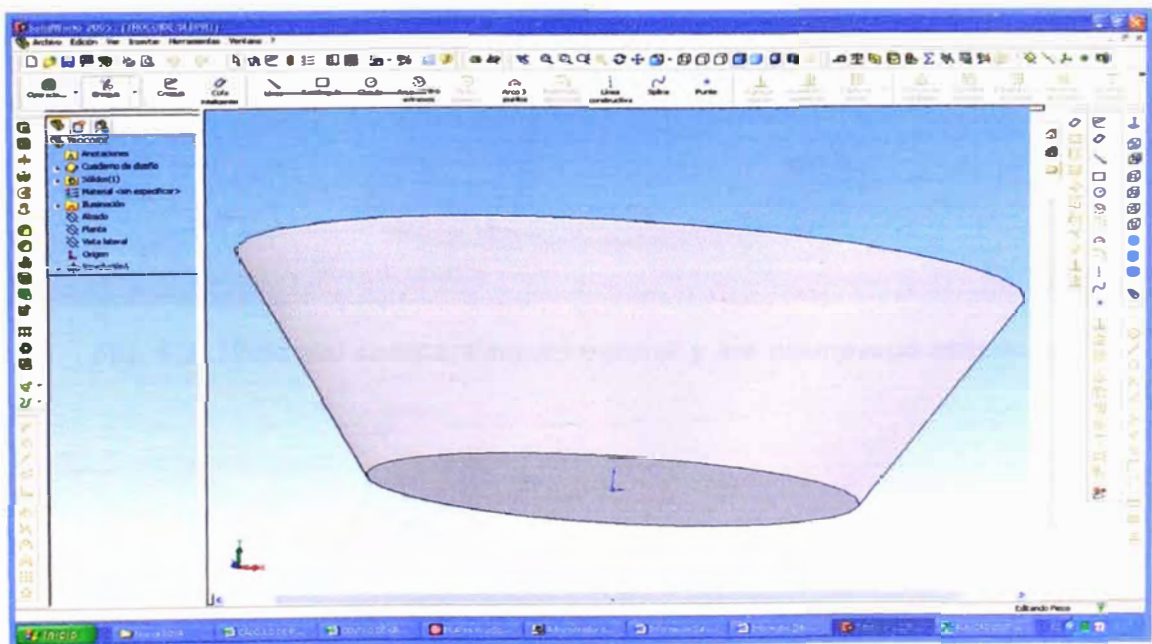


Fig. 6.1: Vista de la parte troncocónica de la boya

Parte cilíndrica; es la parte superior de la boya, consta de mamparos estancos colocados en forma transversal alrededor de un compartimento central, también estanco, para la ubicación del banco de baterías de alimentación de todo el sistema. El forro que cubre todo este compartimentado tiene forma cilíndrica, (Ver figura 6.3); para ello se dispondrá de planchas de acero naval, ASTM A – 131, tanto en la cubierta como en el fondo.

Para los mamparos estancos se utilizará planchas de acero estructural ASTM A – 30. (Ver figura 6.2).

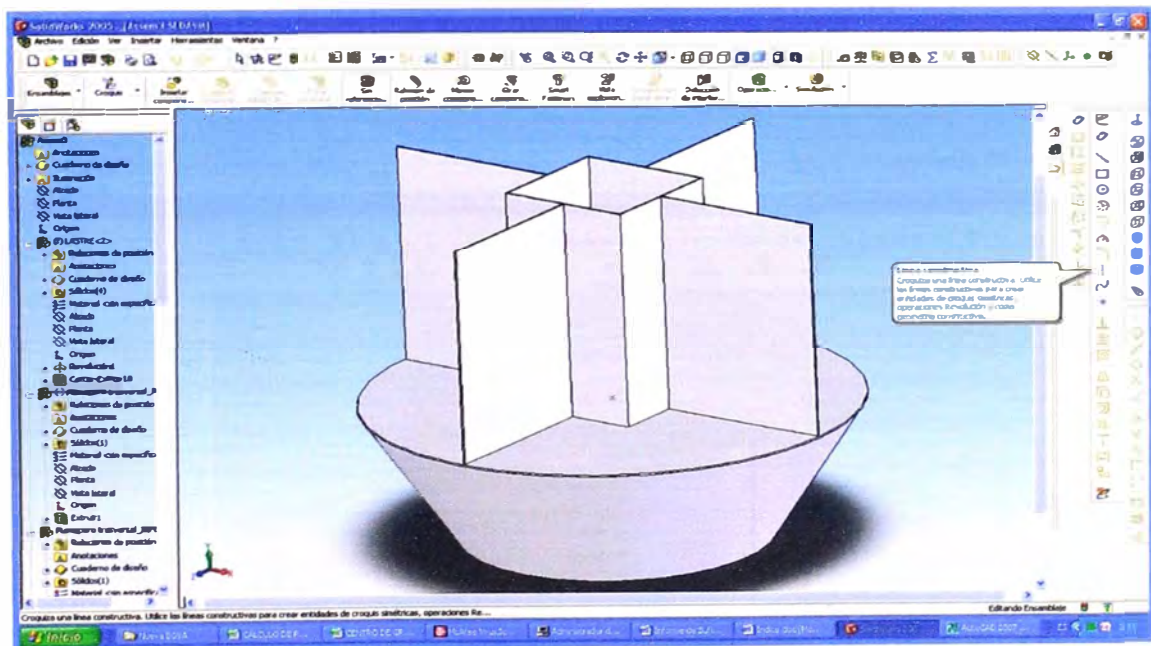


Fig. 6.2: Vista del compartimento central y los mamparos estancos

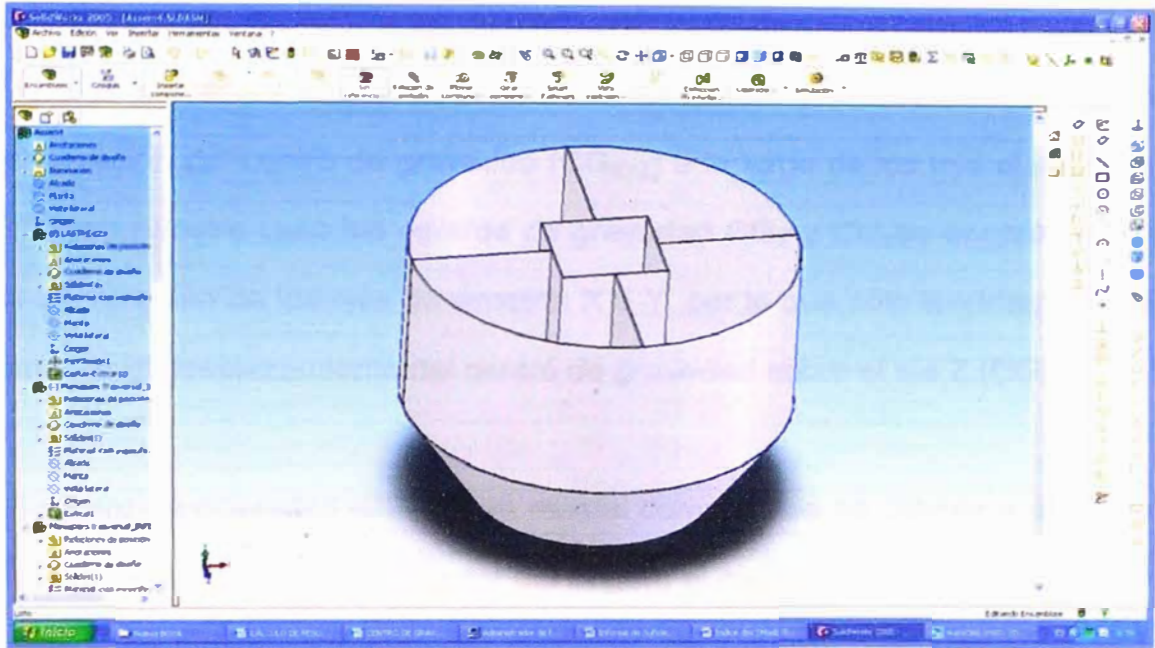


Fig. 6.3: Vista del forro cilíndrico de la boya

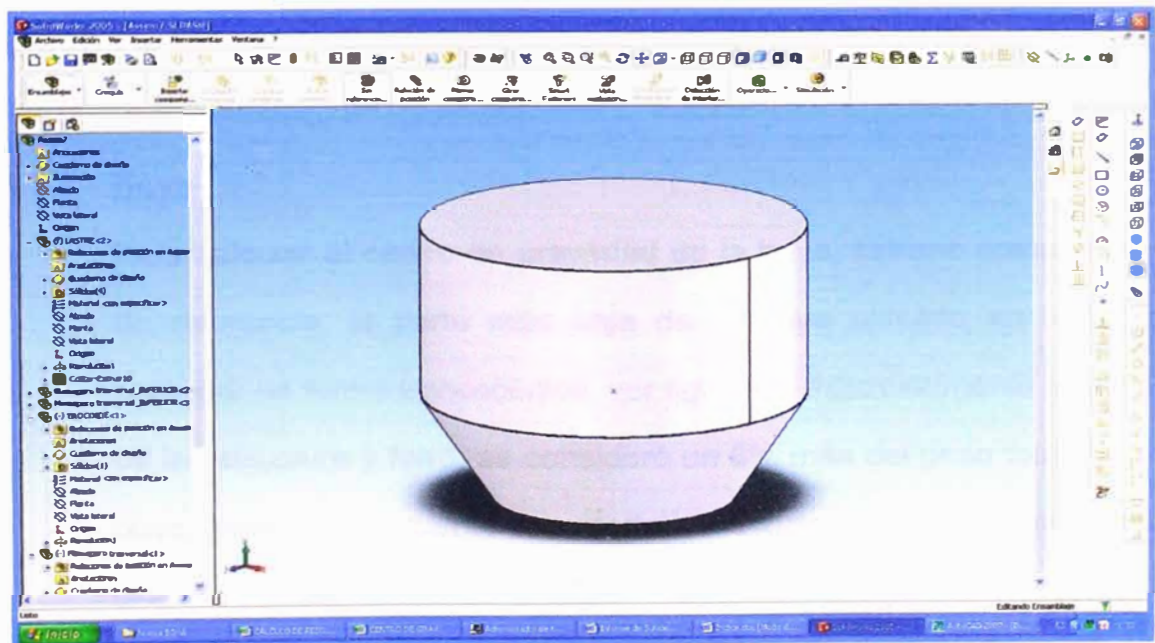


Fig. 6.4: Vista de la boya

6.2 CÁLCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD (CG_{XYZ})

Dada la simetría de la boya por tener una forma cilíndrica, nos facilita la localización del centro de gravedad (CG_{XYZ}) a lo largo de los tres ejes (X, Y, Z); para nuestro caso los centros de gravedad CG_x y CG_y se encontrará en la intersección de los ejes de simetría X e Y, por lo que sólo tendríamos que calcular el desplazamiento del centro de gravedad sobre el eje Z (CG_z).

El centro de gravedad (CG_{XYZ}) de masas compuestas se calcula a partir de los momentos tomados alrededor del origen; el cálculo de dicho momento se obtiene de multiplicar fuerza por distancia, para nuestro caso la fuerza está representada por la gravedad ejercida sobre cada masa; no obstante, con el momento de masa pueden usarse las unidades de masa por distancia. También podemos usar los momentos de volumen, ya que algunos de los elementos que conforman la boya poseen una densidad homogénea.

6.2.1 Boya

Para calcular el centro de gravedad de la boya, se tomó como punto de referencia, la parte más baja de la boya ubicada en la tapa posterior de forma troncocónica, ver figura 6f. Adicionalmente al peso de la estructura y forro, se consideró un 6% más del peso total de la boya, teniendo en cuenta el material de aporte de la soldadura y las dos capas de pintura interior y exterior.

En la siguiente tabla N° 6.1 se muestra el cálculo del centro de gravedad para la estructura de la boya, incluyendo refuerzos internos, como perfiles y cartelas.

Tabla N° 6.1: Centro de gravedad de la estructura de la boya

DESCRIPCIÓN	MASA (KG)	CG _z (mm)	MASA x CG _z
ESTRUCTURA DE LA BOYA			
Parte troncocónica y tapa posterior	165.70	204.14	33,825.83
Mamparos estancos, parte troncocónica	66.59	266.16	17,723.38
Tapa superior de trocoide	106.23	500.00	53,116.60
Parte cilíndrica	211.63	900.00	190,466.10
Mamparos estancos, parte cilíndrica	96.99	900.00	87,291.00
Compartimento para banco de baterías	73.32	900.00	65,988.18
Tapa superior de la parte cilíndrica	106.23	1,300.00	138,103.16
TOTALES	826.69	709.47	586,514.26
ESTRUCTURA DE BOYA (CG_z) =		0.70947	

6.2.2 Castillo y accesorios

Para el castillo se ha considerado también un 6% más al peso por soldadura y capas de pintura; además de la estructura portante para los paneles solares y estación meteorológica (soportes), también de aluminio marino, así como otros accesorios, Ver tabla N° 6.2.

Tabla N° 6.2: Centro de gravedad del castillo y accesorios

DESCRIPCIÓN	MASA (KG)	CG _z (mm)	MASA x CG _z
CASTILLO Y ACCESORIOS			
Castillo de aluminio con linterna, paneles solares y estación meteorológica	73.51	2,704.90	198,837.20
Marca de tope y antena	2.11	4,863.51	10,262.01
TOTALES	75.62	2,765.13	209,099.21
(CG_z) CASTILLO Y ACCES. EN METROS=		2.76513	

6.2.3 Equipos de alimentación

En la tabla N° 6.3, se están considerando los equipos que se encuentran instalados en el castillo, con sus respectivas cajas de almacenamiento.

Tabla N° 6.3: Centro de gravedad de los equipos de alimentación

DESCRIPCIÓN	MASA (KG)	CG _z (mm)	MASA x CG _z
EQUIPOS DE ALIMENTACIÓN			
Caja de poliuretano con banco de baterías y accesorios.	51.35	690.00	35,431.50
Caja de poliuretano con radio modem, controlador de carga, datalogger.	20.28	2,223.60	45,094.61
Cables de instrumentos de medición.	5.00	2,220.00	11,100.00
TOTALES	76.63	1,195.70	91,626.11
(CG_z) EQUIPOS EN METROS=		1.19570	

6.2.4 Centro de gravedad total

En la siguiente tabla se muestra el cálculo total del centro de gravedad de toda la boya con su castillo y sus respectivas instalaciones de alimentación. Ver tabla N° 6.4.

Tabla N° 6.4: Centro de gravedad total

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	MASA (KG)	CG _z (mm)	MASA x CG _z
1.0	ESTRUCTURA DE LA BOYA	826.69	709.47	586,511.75
2.0	CASTILLO Y ACCESORIOS	75.62	2,765.13	209,099.13
3.0	EQUIPOS DE ALIMENTACIÓN	76.63	1,195.70	91,626.49
	TOTALES	978.94	906.32	887,237.38
(CG_z) TOTAL DE BOYA EN METROS =			0.90632	

6.3 CÁLCULO DEL MOMENTO DE INERCIA

El momento de inercia, también se le conoce como el momento de segundo orden del área, donde el área es la superficie (A_{SF}) del cuerpo, interceptada por la línea de flotación respecto a un eje determinado, para nuestro caso será el eje Y.

Sabiendo que el área de superficie en contacto de la boyatiene la forma de un disco, se tiene que el momento de inercia es igual al producto del área del disco "A" por el radio "r", respecto de un eje perpendicular al plano del área y que pasa por su centro.

Entonces para el cálculo del momento del segundo orden se obtiene con la siguiente fórmula:

$$I_o = r^2 \cdot A \dots (6A)$$

Donde:

I_o = Momento de inercia respecto al punto "o"

r = Es la distancia del área al eje de rotación.

Entonces de la figura 6.5, tomamos como elemento de área un anillo de radio "r" y de anchura "dr", entonces procedemos a extender dicho anillo y se convierte en un rectángulo de longitud $2 \cdot \pi \cdot r$ y ancho dr , cuya diferencial de área es igual a:

$$dA = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot dr \dots (6B)$$

Reemplazando la ecuación (6B) en (6A) se tiene que:

$$I_o = \int r^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot dr \dots (6C)$$

Resolviendo la ecuación (6C) para un disco de radio "r" se tiene que:

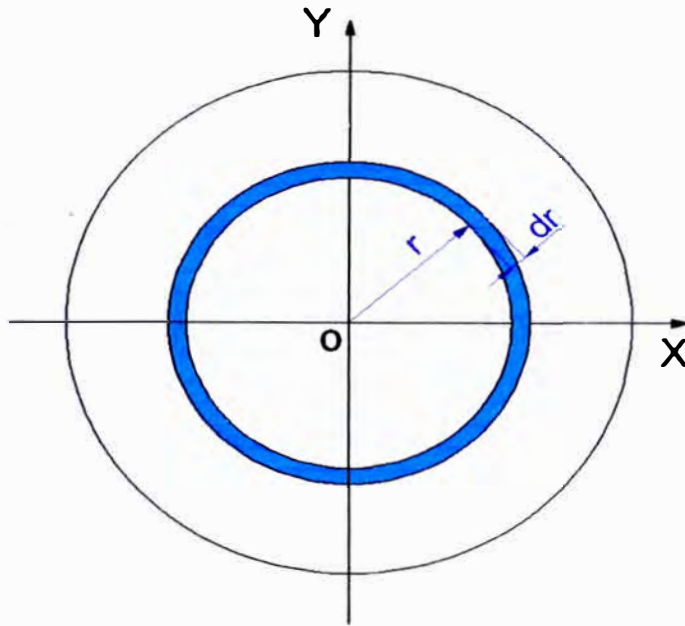


Fig. 6.5: Vista del área de superficie interceptada por la línea de flotación

$$I_o = 2 \cdot \pi \int r^3 dr$$

$$I_o = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot r^4 \dots (6D)$$

Pero sabemos que el momento de inercia para un punto se descompone en dos ejes, como hemos tomado desde el punto "o", ver figura 6F., se tiene lo siguiente:

$$I_o = I_x + I_y \dots (6E)$$

Además por tratarse de una figura simétrica se tiene que sus ejes se cruzan perpendicularmente por el punto "o", entonces:

$$I_x = I_y \dots (6F)$$

Reemplazando la ecuación (6F) en (6E) tenemos:

$$I_o = 2 \cdot I_y$$

De donde despejando (I_y) tenemos:

$$I_y = \frac{I_o}{2} \dots (6G)$$

Pero para el análisis se requiere el momento de inercia en uno de los ejes, por lo tanto reemplazando (6D) en (6G) tenemos:

$$I_y = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot r^4 \dots (6H)$$

Entonces para nuestra boya de radio = 0.8 m., reemplazando en la ecuación (6H) tenemos que:

$$I_y = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0.8^4 = 0.322m^4$$

6.4 CÁLCULO DEL CENTRO DE CARENA (CB)

El centro de carena está dado por el centro de gravedad del volumen de la boya que se encuentra sumergido, debajo de la línea de flotación. El centro de carena es el punto donde actúa la fuerza de empuje, necesario para crear el par de recuperación de estabilidad.

Para nuestro caso la fuerza de empuje estará dada inicialmente sólo por el peso de la estructura de la boya, castillo y demás implementos; el lastre que se utilizará será determinado posteriormente con el cálculo de estabilidad inicial y se corregirá hasta obtener el \overline{MG} positivo.

Utilizando la ley de Arquímedes, "La fuerza de empuje es igual al peso de líquido desalojado"; y considerando que para el campo naval se desprecia el peso específico del aire, tenemos que:

$$E = \gamma_L \cdot \nabla_S \dots (6I)$$

Donde:

γ_L = Peso específico del líquido donde está sumergido el cuerpo

∇_S = Volumen sumergido del cuerpo

Por definición para que exista equilibrio el *Empuje* también es igual al peso total del cuerpo, entonces tenemos que:

$$E = m \cdot g \dots (6J)$$

Donde:

m = Masa total del cuerpo

g = Gravedad

Igualando las ecuaciones (6I) y (6J), tenemos:

$$m \cdot g = \gamma_L \cdot \nabla_S \dots (6K)$$

Pero ∇_S es igual a:

$$\nabla_S = (V_{TC} + V_{CS}) \dots (6L)$$

Donde:

V_{TC} = Volumen de la forma troncocónica de la boya

V_{CS} = Volumen de la forma cilíndrica sumergida

Entonces reemplazando la ecuación (6L) en (6K), tenemos:

$$m \cdot g = \gamma_L \cdot (V_{TC} + V_{CS})$$

De donde despejamos el volumen de la forma cilíndrica (V_{CS}), tenemos:

$$V_{CS} = \frac{m \cdot g}{\gamma_L} - V_{TC} \dots (6M)$$

Como la parte superior de la boya tiene forma cilíndrica, el volumen sumergido de la forma cilíndrica (V_{CS}) se calcula como el área de la base (A) multiplicada por la altura a la que se encuentra sumergido (H). Ver figura 6.6.

Entonces en la ecuación (6M) tenemos que:

$$V_{CS} = A \cdot H = \frac{m \cdot g}{\gamma_L} - V_{TC} \dots (6N)$$

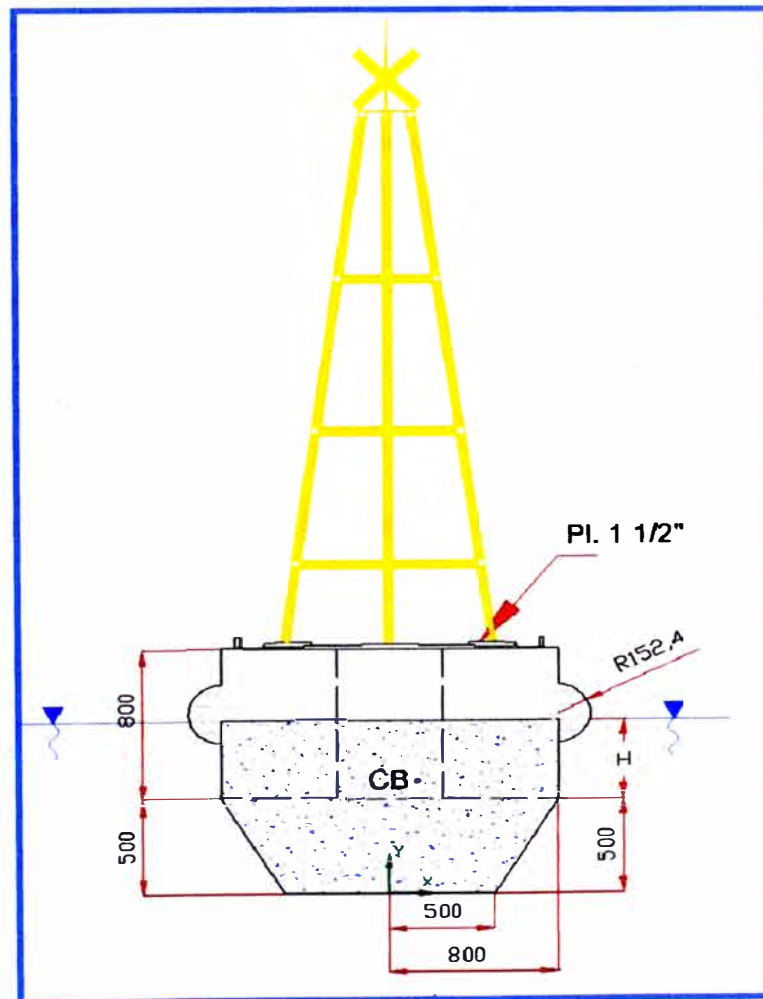


Fig. 6.6: Volumen desplazado por el peso de la boya

Como la base de la forma cilíndrica sumergida (V_{CS}) tiene forma circular, esto es igual a la constante " π " multiplicado por el radio " r " al cuadrado, además se sabe que el $\gamma_L = \rho \cdot g$, reemplazando en la ecuación (6N) y resolviendo tenemos que:

$$\pi \cdot r^2 \cdot H = \frac{m}{\rho} - V_{TC} \dots (6P)$$

Despejando la incógnita "H" de la ecuación (6P), para determinar a qué profundidad se encuentra sumergida la parte cilíndrica de la boya.

$$H = \frac{1}{\pi \cdot r^2} \cdot \left(\frac{m}{\rho} - V_{TC} \right) \dots (6Q)$$

Los datos obtenidos de los cálculos anteriores son:

$$\rho = \text{Densidad del agua de mar } 1,024 \text{ Kg/m}^3$$

$$V_{TC} = 0.675 \text{ m}^3$$

$$m = 978.94 \text{ Kg}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$r = \text{Radio de la forma cilíndrica } 0.80 \text{ m.}$$

Reemplazando valores en la ecuación (6Q), tenemos el valor de la altura sumergida (H), de la forma cilíndrica sumergida

$$H = \frac{1}{\pi \cdot 0.8^2} \cdot \left(\frac{978.94}{1,024} - 0.675 \right)$$

$$H = 0.140 \text{ m.} = 140 \text{ mm.}$$

De la ecuación (6L) el volumen sumergido (∇_s) será igual a: (Ver figura 6F)

$$\nabla_S = (V_{TC} + V_{CS}) = (0.675 + 0.282) = 0.957m^3$$

Para el volumen sumergido (∇_S) se calcula el centro de carena o flotación, utilizando el volumen de cada una de las partes multiplicado por su respectivo centro de flotación de cada uno y dividido por el volumen total, ver tabla N° 6.5.

Tabla N° 6.5: Centro de carena inicial

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VOLUMEN (m ³)	CB (mm)	VOLUMEN x CB
1.00	VOLUMEN SUMERGIDO DE LA BOYA			
1.01	VOLUMEN TRONCO DE CONO (V _{TC})	0.68	288.00	194.40
1.02	VOLUMENCILINDRO SUMERGIDO (V _{CS})	0.28	570.00	160.74
	TOTALES	0.96	371.10	355.14
	(CB) CENTRO DE CARENA EN METROS =		0.37110	

6.5 CÁLCULO DE ESTABILIDAD

El cálculo de estabilidad que se va a realizar inicialmente, es para conocer el comportamiento de la boya cuando se encuentre en el mar, además de determinar el lastre necesario para la estabilidad. La estabilidad o inestabilidad se determina por el momento de recuperación o de volteo que se desarrolla cuando el centro de masa y el centro de empuje se mueven.

Para cuerpos flotantes se debe cumplir que la altura metacéntrica (MG) debe ser mayor a cero, para mantenerse estable.

Para localizar la altura metacéntrica se utiliza la siguiente ecuación:

$$\overline{MG} = \overline{MB} - \overline{GB}...(6R)$$

Pero también se sabe que:

$$\overline{MB} = \frac{I_y}{\nabla_s} \dots (6S)$$

Entonces reemplazandola ecuación (6R) en (6S) tenemos:

$$\overline{MG} = \frac{I_y}{\nabla_s} - \overline{GB} \dots (6T)$$

Donde:

\overline{MG} = Altura metacéntrica

\overline{MB} = Distancia desde el metacentro hasta el centro de carena

I_y = Momento de inercia del área de línea de flotación alrededor del eje que pasa por el centroide.

∇_s = Volumen sumergido de la boya

\overline{GB} = Distancia desde el centro de masa de la boya hasta el centro de carena, ver figura 6.7.

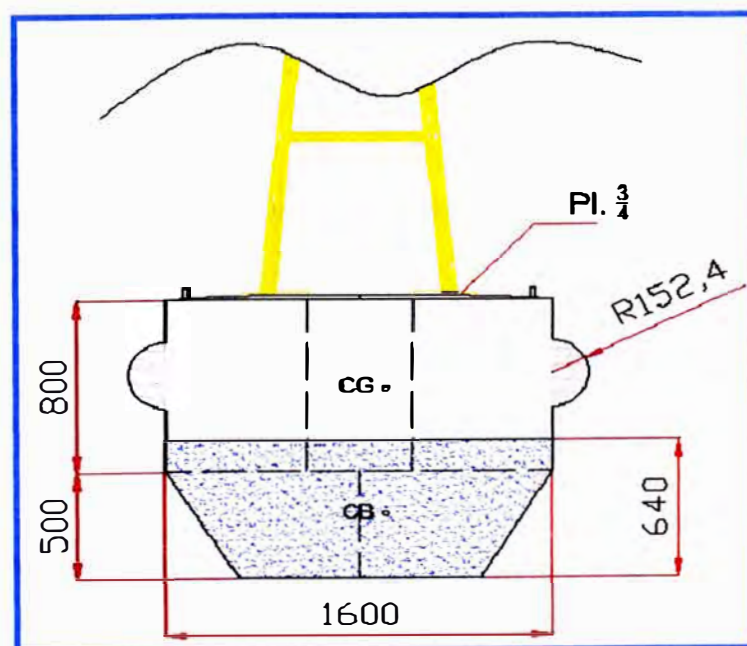


Fig. 6.7: Vista del centro de gravedad y flotación

La distancia desde centro de masa de la boya ($\overline{CG_z}$) al centro de carena o flotación (\overline{CB}), ver figura 6.7, se calcula de la siguiente manera:

$$\overline{GB} = \overline{CG_z} - \overline{CB} \dots (6U)$$

Donde:

$\overline{CG_z}$ = Centro de masa de la boya

\overline{CB} = Centro del volumen sumergido

El centro de gravedad de la boya, se determinó en base al centro de gravedad de cada componente de su estructura, arboladura y equipamiento, en la tabla N°6.4, se muestra el resumen y el resultado del centro de gravedad ($\overline{CG_z}$) total.

Reemplazando los valores en la ecuación (6U) de las tablas N° 6.4 y 6.5, tenemos:

$$\overline{GB} = 0.90632 - 0.37110 = 0.53522 \text{ m}$$

Además se sabe que de los capítulos anteriores se tiene:

$$I_y = 0.322 \text{ m}^4. \text{ (Del punto 6.3 del informe, capítulo 6)}$$

$$\nabla = 0.957 \text{ m}^3. \text{ (Del punto 6.4 del informe, capítulo 6)}$$

Reemplazando los valores en la ecuación (6T), tenemos:

$$\overline{MG} = \frac{0.322}{0.957} - 0.53522$$

$$\overline{MG} = 0.33647 - 0.53522 = -0.19875m. = -198.75mm.$$

$$\overline{MG} = -0.19875m. = -198.75mm.$$

Como la altura metacéntrica es negativa $\overline{MG} < 0$, entonces la boya es inestable, por lo que necesitará que se le coloque un lastre.

El lastre será una mezcla de cemento con agregados pétreos, llámese arena fina y gruesa, cuya densidad será de $1,800\text{Kg}/\text{m}^3$. El lastre se ubicará en la parte troncocónica de la boya, hasta una altura que se determinará según los cálculos que realizaremos. El volumen del lastre tendrá la forma de la parte troncocónica por lo que calcularemos dicho volumen a una altura determinada; y obtendremos su respectiva masa, multiplicándola por la densidad del cemento. Con dicha masa del lastre se le adicionará a la tabla de cálculo de pesos totales y se ubicará el nuevo centro de gravedad para todo el conjunto, reiniciando nuevamente el cálculo de estabilidad, hasta conseguir que nuestro cuerpo flotante (boya) sea estable, es decir que la altura metacéntrica sea $\overline{MG} > 0$.

Entonces iniciando el cálculo para una altura (h), del volumen del lastre de cemento. Ver tabla N° 6.6.

6.5.1 Primer Cálculo de Estabilidad

Tabla N° 6.6

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	MASA (KG)	CG _{Z1} (mm)	MASA x CG _{Z1}
PARA UNA ALTURA DE LASTRE (h = 150 mm.)				
1.0	ESTRUCTURA DE LA BOYA	826.690	709.470	586,511.754
2.0	CASTILLO Y ACCESORIOS	75.620	2,765.130	209,099.131
3.0	EQUIPOS DE ALIMENTACIÓN	76.630	1,195.700	91,626.491
4.0	LASTRE DE CEMENTO	245.120	79.180	19,408.602
TOTALES		1,224.060	740.688	906,645.978
(CG_{Z1}) TOTAL DE BOYA EN METROS =			0.741	

De la ecuación (6Q) del punto 6.4 del capítulo 6, tenemos que:

$$H_1 = \frac{1}{\pi \cdot r^2} \cdot \left(\frac{m}{\rho} - V_{TC} \right)$$

Reemplazando valores

$$H_1 = \frac{1}{\pi \cdot 0.8^2} \cdot \left(\frac{1,224.06}{1,024} - 0.675 \right)$$

$$H_1 = 0.259m. = 259mm.$$

Para un H₁ = 0.259 m. (Altura sumergida de la parte cilíndrica de la boya), se tiene que el volumen sumergido es V_{CS1} = 0.521 m³.

Por lo que el volumen total (∇_{S1}) será:

$$\nabla_{S1} = (V_{TC} + V_{CS1}) = (0.675 + 0.521) = 1.196m^3$$

Calculando nuevamente el centro de carena (CB₁), para el nuevo volumen sumergido (∇_{S1}). Ver tabla N° 6.7.

Tabla N° 6.7

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VOLUMEN (m ³)	CB ₁ (mm)	VOLUMEN x CB ₁
1.00	VOLUMEN SUMERGIDO DE LA BOYA			
1.01	VOLUMEN FORMA TROCOIDAL	0.675	288.000	194.400
1.02	VOLUMNE FORMA CILÍNDRICA	0.521	629.500	327.970
	TOTALES	1.196	436.764	522.370

	(CG₂₁) TOTAL DE BOYA EN METROS =		0.437	
--	--	--	--------------	--

De la relación para calcular la altura metacéntrica \overline{MG}_1 tenemos que se calcula de la siguiente manera

$$\overline{MG}_1 = \frac{I_y}{\nabla_1} - \overline{GB}_1$$

Donde:

$$\overline{GB}_1 = \overline{CG}_1 - \overline{CB}_1$$

Reemplazando valores de las tablas N° 6.6 y tabla N° 6.7

$$\overline{GB}_1 = 0.741 - 0.437 = 0.304$$

Entonces tenemos:

$$\overline{MG}_1 = \frac{0.322}{1.196} - 0.304$$

$$\overline{MG}_1 = 0.269 - 0.304 = -0.035m. = -34.457mm.$$

Como la altura metacéntrica sigue siendo negativa $\overline{MG} < 0$, entonces la boya continua siendo inestable, por lo que necesitará que se le coloque un lastre mayor.

6.5.2 Segundo Cálculo de Estabilidad

Tabla N° 6.8

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	MASA (KG)	CG _{z2} (mm)	MASA x CG _{z2}
PARA UNA ALTURA DE LASTRE (h = 250 mm.)				
1.0	ESTRUCTURA DE LA BOYA	826.69	709.47	586,511.75
2.0	CASTILLO Y ACCESORIOS	75.62	2,765.13	209,099.13
3.0	EQUIPOS DE ALIMENTACIÓN	76.63	1,195.70	91,626.49
3.0	LASTRE DE CEMENTO	457.71	135.95	62,225.67
TOTALES		1,436.65	660.89	949,463.05

(CG_{z2}) TOTAL DE BOYA EN METROS =		0.661	
--	--	--------------	--

De la ecuación (6Q) del punto 6.4 del capítulo 6, tenemos que:

$$H_2 = \frac{1}{\pi \cdot r^2} \cdot \left(\frac{m_2}{\rho} - V_{TC} \right)$$

Reemplazando valores

$$H_2 = \frac{1}{\pi \cdot 0.8^2} \cdot \left(\frac{1,436.65}{1,024} - 0.675 \right)$$

$$H_2 = 0.362m. = 362mm.$$

Para un $H_2 = 0.362$ m. (Altura sumergida de la parte cilíndrica de la boya), se tiene que el volumen sumergido es $V_{CS2} = 0.728$ m³.

Por lo que el volumen total (∇_{S2}) será:

$$\nabla_{S2} = (V_{TC} + V_{CS2}) = (0.675 + 0.728) = 1.403m^3$$

Calculando nuevamente el centro de carena, para el nuevo volumen sumergido (∇_{s2}), ver tabla N° 6.9.

Tabla N° 6.9

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VOLUMEN (m ³)	CB ₁ (mm)	VOLUMEN x CB ₁
1.00	VOLUMEN SUMERGIDO DE LA BOYA			
1.01	VOLUMEN FORMA TROCIDAL (V _{TC})	0.675	288.00	194.400
1.02	VOLUMNE FORMA CILÍNDRICA (V _{CS1})	0.728	681.00	495.768
	TOTALES	1.403	491.92	690.168

	(CB₂) CENTRO DE CARENA EN METROS =		0.492	
--	--	--	--------------	--

De la relación para calcular la altura metacéntrica \overline{MG}_2 tenemos que se calcula de la siguiente manera

$$\overline{MG}_2 = \frac{Iy}{\nabla_2} - \overline{GB}_2$$

Donde:

$$\overline{GB}_2 = \overline{CG}_2 - \overline{CB}_2$$

Reemplazando valores de las tablas N° 6H y tabla N° 6I

$$\overline{GB}_2 = 0.661 - 0.492 = 0.169$$

Entonces tenemos:

$$\overline{MG}_2 = \frac{0.322}{1.403} - 0.169$$

$$\overline{MG}_2 = 0.230 - 0.169 = 0.061m. = 60.621mm.$$

El resultado obtenido en el segundo cálculo, nos da que la altura metacéntrica es $\overline{MG} > 0$, entonces la boya es estable.

6.6 RESERVA DE FLOTABILIDAD (RF)

La Reserva de flotación está dada por el volumen comprendido entre la superficie de flotación y la tapa superior de la boya. Entonces tenemos que la reserva de flotación (*RF*) es igual a:

$$RF = \text{Peso del vol. total desplazado} - \text{Peso total de la boya}$$

De donde:

Peso del vol. Total desplazado = 2,338.82 Kg.

Peso total de la boya = 1,436.65 Kg. (Ver tabla N° 69)

Entonces:

$$RF = 2,338.82 - 1,436.65 = 902.17 \text{ Kg.}$$

Para este caso, el total del cuerpo de la boya se encuentra sumergido y en peligro de hundimiento, por lo que el peso extra que pueda soportar la boya, debe ser menor a la reserva de flotación; entonces se calculará el peso del volumen desplazado, para una altura de sumergimiento de la boyade 1,250 mm, como una condición crítica, antes del inminente hundimiento.

Entonces:

$$RF' = 2,235.39 - 1,436.65 = 798.74 \text{ Kg.}$$

Teniendo esta nueva reserva de flotación (*RF'*) como límite, puede soportar pesos de cadenas largadas de 50 metros en los calibres de 5/8" y 3/4", que nos dan un peso de cadena de 285 kilos y 375 kilos respectivamente, sin poner a la boya en peligro de hundimiento.

CAPÍTULO VII

SISTEMA ELÉCTRICO

En nuestro sistema eléctrico se ha empleado como alimentación la corriente continua, teniendo como fuente generadora de energía, la radiación proveniente del sol; para capturar esta energía renovable, utilizaremos una cantidad determinada de paneles solares, con células de silicio mono cristalino de alta sensibilidad a la radiación solar; dicha energía será almacenada en un banco de baterías para la alimentación del sistema durante la noche, la cantidad de todos ellos lo determinaremos con los cálculos que realizaremos.

Todos los componentes del sistema eléctrico contaron con certificados de garantía del fabricante, como las baterías, controlador, paneles, etc. Además seguimos las recomendaciones de los fabricantes, para el cableado de cada uno de los instrumentos con el registrador de datos y el resto de conexiones; se utilizó para ello, cables automotrices N° 16 AWG. El sistema se energizará desde tierra, antes de la instalación en el mar, para medir el voltaje de salida en el controlador, verificar el reconocimiento de los instrumentos por el registrador de datos.

7.1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación se realizará en un panel de poliuretano estanco, que irá en el interior de la boya, los cables de comunicación con los instrumentos, saldrán

por prensaestopas hacia el castillo. Para proteger la instalación eléctrica de la corriente estática, se colocó una barra de cobre de ½" x 0.40m. En la figura 7.1 se muestra el esquema eléctrico de todo el sistema.

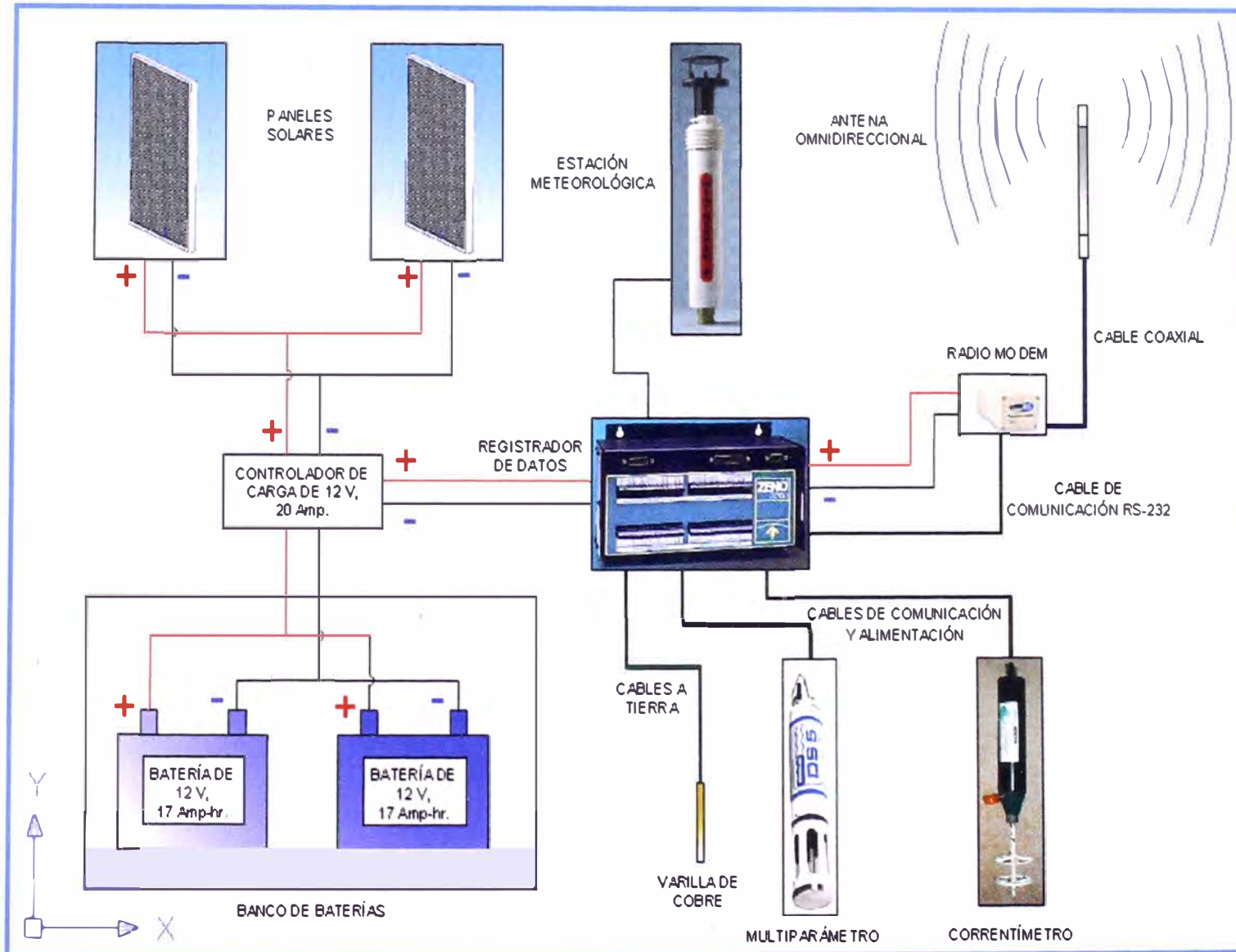


Fig. 7.1: ESQUEMA ELÉCTRICO

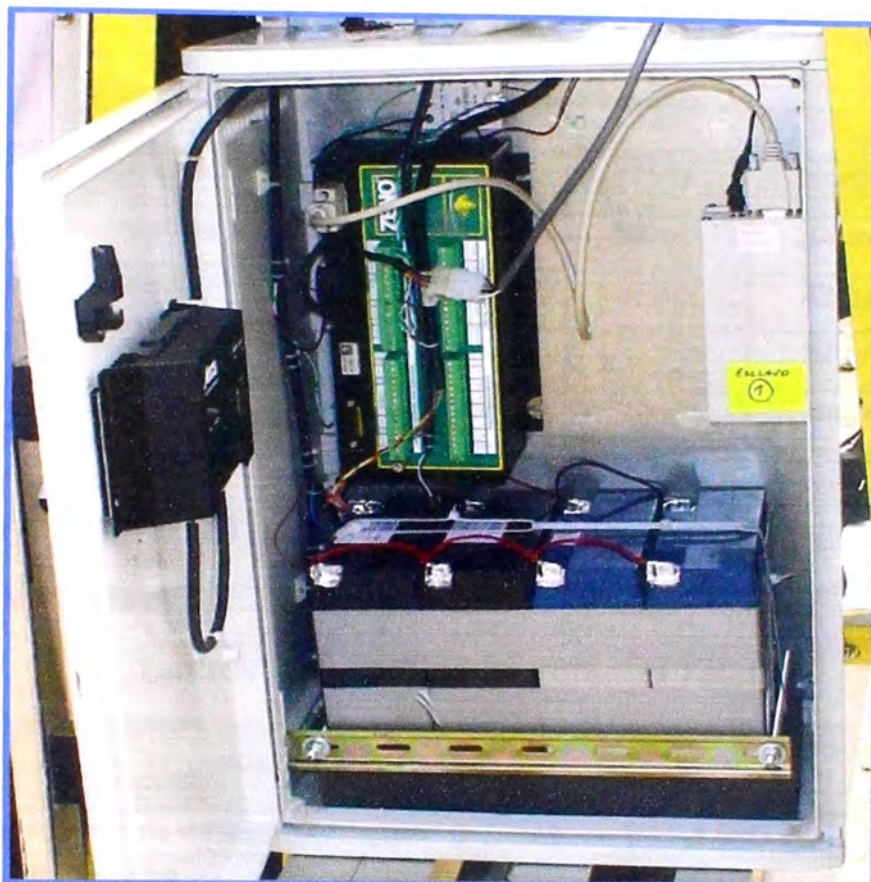


Fig. 7.2: Vista del registrador de datos, radio, banco de baterías y controlador de carga

7.2 CONSUMO DE CARGA

El consumo de carga estará dado en función de las horas que trabajará todo el sistema, por lo que para determinarlo primero calcularemos la potencia total (W_T), teniendo como dato el amperaje (A) que necesita para funcionar cada instrumento, multiplicado por el voltaje de 12VDC a la que trabaja todo el sistema.

La Radio MODEM utiliza una corriente en relación al voltaje suministrado, como utilizaremos un voltaje de 12 VDC, utilizaremos para ello la tabla N° 7.1 de *Freewave*, dado por el fabricante de las radios MODEM, y tomaremos los respectivos valores resaltados en la columna de color lila.

Tabla N° 7.1: Radio Modem Freewave

MODO	6VDC	12VDC	30VDC
TX (Transmisión)	1Amp	500mA	200mA
RX (Recepción)	152mA	86mA	43mA
IDLE (Enlazado)	40mA	21mA	12mA
SLEEP (Descanso)	8mA	6mA	3mA

Entonces determinamos la potencia que utilizará cada componente y todo el sistema, ver tabla N° 7.2.

Tabla N° 7.2: Cálculo de Potencia Total

ÍTEM	EQUIPOS	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	POTENCIA (W)	
1	Registrador de datos, Datalogger	12	1.800	21.600	
2	Correntómetro	12	0.023	0.276	
3	Multiparámetro	12	0.060	0.720	
4	Estación meteorológica	12	0.080	0.960	
5	Radio MODEM	TX (Transmisión)	12	0.500	6.000
		RX (Recepción)	12	0.086	1.032
		IDLE (Enlazado)	12	0.021	0.252
		SLEEP (Descanso)	12	0.006	0.072
POTENCIA TOTAL				30.912	

7.3 HIPÓTESIS DE CONSUMO DE CARGA

La hipótesis de carga se tomará de acuerdo a las condiciones en que se estima se recibirá la máxima radiación solar durante el día. De la tabla N° 7.2 se observa que el segundo elemento en utilizar mayor energía para su funcionamiento, es la radio cuando se encuentra transmitiendo, por lo que tenemos que reducir el tiempo de transmisión sin alterar los resultados de la toma de data.

Para el proyecto se estableció, que los datos tomados desde la boya serán enviados cada 10 minutos, durante todo el día, entonces el total de envíos será igual a:

$$N^{\circ} \text{ de envíos} = \frac{60 \text{ min}}{10 \text{ min}} \times \text{cantidad de horas al día}$$

$$N^{\circ} \text{ de envíos} = \frac{60 \text{ min}}{10 \text{ min}} \times 24 = 144$$

Cada envío de dato se demora aproximadamente en transmitir 1 minuto, tiempo en que la PC ubicada en la estación maestra descarga los datos a un archivo determinado. Entonces el tiempo total en que la radio se encuentra transmitiendo será igual a:

$$\text{Tiempo de transmisión} = N^{\circ} \text{ de envíos} \times 1 \text{ min} = 144 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de transmisión} = \frac{144 \text{ min} \times h}{60 \text{ min}} = 2.4 \text{ horas}$$

El tiempo que la radio no se encuentra transmitiendo se encuentra en descanso, por lo que no habría problema alguno, ya que el consumo es menor que cuando transmite. Entonces el tiempo que no transmite es:

$$\text{Tiempo de descanso} = 24 - 2.4 = 21.6 \text{ horas}$$

Entonces calcularemos el consume de carga para las horas en las que trabajará por día, cada componente del sistema, ver tabla N° 7.3.

Tabla N° 7.3. Consumo de Carga

ÍTEM	EQUIPOS		POTENCIA (Watt-h)	HORAS DE TRABAJO/D	CONSUMO (Watt-h/D)
1	Registrador de datos, <i>Datalogger</i>		21.60	24	518.400
2	Correntómetro		0.276	24	6.624
3	Multiparámetro		0.720	24	17.280
4	Estación meteorológica		0.960	24	23.040
5	Radio MODEM	TX (Transmisión)	6.00	2.4	14.400
		RX (Recepción)	1.032	2.4	2.477
		IDLE (Enlazado)	0.252	24	6.048
		SLEEP (Descanso)	0.072	21.6	1.555
CONSUMO TOTALEN (Watt-h/D)					588.269

7.4 SUMINISTRO PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA

Para el consumo de carga establecido para el sistema visto en el punto 7.3, determinaremos la cantidad de paneles solares y baterías.

Número de paneles solares

Para determinar la cantidad de paneles solares debemos tomar en consideración lo siguiente: que el tiempo de producción efectiva, es cuando la radiación solar sea fuerte, esto significa que haya sol sin sombra, sin nubes y con un ángulo de radiación hacia el panel entre 90 y 30 grados.

Entonces calcularemos la energía que entregará los paneles para 3.5 horas efectivas de radiación solar. De la tabla N° 7.3 tenemos que el consumo total es de 588.269 Watt-h/día. Para el cálculo preliminar de la cantidad de paneles solares, tendremos que determinar la potencia que tendrá aproximadamente cada panel solar, entonces tenemos que:

$$Potencia \text{ por panel} \times horas \text{ efectivas de sol} = Consumo \text{ total}$$

$$Potencia \text{ por panel} \times 3.5 = 588.269 \text{ Watt} - h / D$$

$$Potencia \text{ por panel} = 168.077 \text{ Watt} - h / D$$

En el mercado encontramos paneles solares hasta de 150 Watt-h, además por las dimensiones de un panel con esa potencia, sería dificultosa su ubicación en el castillo; por lo que utilizaremos una combinación, de potencias de paneles solares, que satisfagan con la demanda de consumo de energía. Se utilizó en total tres paneles solares, dos paneles de 50 Watt-h y uno de 80 Watt-h., que nos generó la siguiente potencia.

$$Pot . generada = \Sigma Potencias \text{ de paneles } \times \text{ horas efec . de sol}$$

$$Pot . generada = (50 + 50 + 80) \times 3.5$$

$$Pot . generada = 630 \text{ Watt} - h / D$$

Con esta potencia generada, por los tres paneles, cubre la demanda de consumo de energía de 588.269 Watt-h/día del sistema.

Número de baterías

Con los datos obtenidos de las potencias consumidas y generadas, de la tabla N° 7.3, calcularemos la cantidad de baterías que formaran el banco de energía, primero calcularemos la corriente consumida diariamente (*I Consumida*) en A-h/D, de la siguiente manera:

$$I \text{ Consumida} = \frac{Pot . Consumida \text{ (Watt} - h / D)}{Voltaje \text{ de bateria (V)}}$$

$$I \text{ Consumida} = \frac{588.269 \text{ Watt} - h / D}{12 \text{ V}}$$

$$I \text{ Consumida} = 49.022 \text{ A} - h / D$$

Seleccionamos baterías de 12 Voltios y de 17 A-h; y considerando para el cálculo del número de baterías un 20% más de la corriente consumida, para evitar que trabaje con la corriente nominal, entonces el número de baterías es igual a:

$$N^{\circ} \text{ Baterías} = \frac{I. \text{ Consumida} + 20\% I. \text{ Consumida}}{\text{Amperaje de batería}}$$

$$N^{\circ} \text{ Baterías} = \frac{49.022 + 0.2 \times 49.022}{17} = \frac{58.826}{17}$$

$$N^{\circ} \text{ Baterías} = 3.46 \approx 4$$

Entonces tendremos que utilizar 4 baterías, para que el sistema tenga una autonomía de 24 horas sin recibir radiación solar; pero además, le colocamos dos baterías adicionales, para que la autonomía del sistema aumente. Calculando el consumo de corriente por hora que tiene el sistema, para 58.826 A-h/D, tenemos:

$$\frac{58.826 \text{ A} - h / D}{24 \text{ h}} = 2.451 \text{ A} - h$$

La corriente que entregaría el nuevo banco de energía (I_2 entregada), multiplicado por el número de baterías nos da un total de:

$$I_2 \text{ entregada} = 17 \text{ A} - h \times 6 \text{ baterías} = 102 \text{ A} - h$$

La corriente remanente estaría dada por la diferencia entre la nueva corriente entregada (I_2) menos la consumida:

$$I \text{ remanente} = I_2 \text{ entregada} - I \text{ consumida}$$

$$I \text{ remanente} = 102 - 58.826 = 43.174 \text{ A} - h$$

Utilizando la corriente remanente (*I remanente*) calcularemos la nueva autonomía, considerando que el consumo de corriente por hora del sistema es 2.451 A-h. Entonces tenemos que las horas adicionales de autonomía estarían dadas por la siguiente relación:

$$\frac{43.174 \text{ A} \times \text{h}}{2.451 \text{ A}} = 17.615 \text{ horas}$$

Entonces tendríamos que la autonomía total para nuestro sistema, sería las 24 horas de funcionamiento, que estaría dada por la energía entregada de las cuatro primeras baterías; más las 17.625 horas de funcionamiento, que estaría dada por la energía remanente de las dos baterías adicionales, por lo que la autonomía total sería:

$$\text{Autonomía} = 24 + 17.625 = 41.625 \text{ horas}$$

$$\text{Autonomía} = \frac{41.625 \text{ horas}}{24 \text{ horas}} \times \text{día} = 1.734 \text{ días}$$

Al final nuestro sistema tendrá una autonomía de 1.734 días, es decir, que nuestra boya podrá seguir trabajando casi 2 días, sin recibir directamente los rayos del sol, antes de que las baterías se descarguen totalmente.

CAPÍTULO VIII

SISTEMA DE ANCLAJE

El Sistema de anclaje estará dado por un bloque de concreto, llamado muerto de amarre (sinker), que irá instalado en el fondo del mar; el cáncamo que tiene el muerto de amarre en la parte superior (Ver figura 2.6), que es por donde se engrilletará uno de los extremos de la cadena; al otro extremo irá engrilletado al cáncamo de la parte inferior de la boya, todo el conjunto formará el sistema de anclaje. La cadena y accesorios han sido determinados con las tablas del fabricante, ver Anexo G.

8.1 LONGITUD DE CADENA

En forma práctica se determina la longitud de la cadena, en base a la distancia desde el muerto de anclaje hasta el espejo de agua, se utiliza para ello la profundidad promedio del estudio de batimetría del capítulo III. La relación, longitud de fondeo versus la profundidad es de 3:1, cuando se trata de sólo cadena, por lo que del estudio la profundidad promedio en el punto de ubicación es de 15.8m, pero tenemos que descontarle 0.8 m., por la distancia que se encontrará sumergida la boya, entonces la profundidad a la que se encontrará la cadena es de 15 m., por lo que la longitud de la cadena es en total:

$$\textit{Longitud de cadena} = 3 \times (15.8 - 0.8) = 45$$

Entonces teniendo como longitud mínima 45 metros, consideramos una distancia de 50 metros de cadena incluyendo los accesorios de la cadena.

$$\textit{Longitud de cadena} = 50 \textit{ metros}$$

8.2 SELECCIÓN DE CADENA

La cadena será seleccionada de acuerdo al esfuerzo máximo de tensión que sufra la cadena (T_c) por efecto de las fuerzas que actúan sobre la boya (F_R), ver punto 5.4 del capítulo V, y el peso propio de la cadena. Entonces inicialmente consideramos la carga resultante sobre la boya de 1.269 Ton., o 1,269 Kg. (ver capítulo V), donde la cadena como mínimo debe soportar inicialmente dicho esfuerzo, ver tabla de esfuerzos del Anexo G.

De la tabla de propiedades mecánicas del Anexo G, seleccionamos la cadena de fierro negro de 5/8" con conrete, de grado uno, con una resistencia a la rotura de 23,745 libras o 10,771 Kg., con dicha resistencia, cubriría las cargas que actúan sobre la boya.

Ahora calcularemos la fuerza ejercida por su propio peso, que debe soportar la cadena; suponiendo el momento más crítico, que es cuando toda la cadena este totalmente largada. Para una cadena de 5/8", tiene como peso unitario por unidad de longitud el valor de 5.7 Kg/m. Entonces el peso de la cadena (W_C) es:

$$\textit{Peso de cadena} = 50 \times 5.7$$

$$W_C = 285 \textit{ kg} \dots (8A)$$

De la siguiente ecuación resolvemos para calcular la tensión de la cadena

$$(T_C)^2 = (F_R)^2 + (W_C)^2 \dots(8A)$$

Reemplazando valores

$$T_C = \sqrt{(1,269)^2 + (285)^2}$$

Entonces la tensión que soporta la cadena producto de sus cargas es:

$$T_C = 1,300.61 \text{ Kg.}$$

La carga de trabajo de la cadena de la cadena es de $T_C = 1,300.61 \text{ Kg.}$, que corresponde al esfuerzo a que estará sometido el sistema de amarre a condiciones normales de trabajo.

Se debe tener en cuenta que el factor de seguridad debe ser alto, para compensar las fluctuaciones de tensión que se producen en la cadena debido a razones ambientales; además para soportarla corrosión por efecto de las sales del agua de mar y falta de lubricación periódica. Según recomendaciones del fabricante el factor de seguridad debe estar en un rango de 8 – 10, a fin de conseguir una duración aceptable de la vida útil de la cadena para esta forma de trabajo. Entonces para la tensión de la cadena se tiene:

$$f.s = \frac{\text{Esfuerzo de rotura}}{\text{Tensión de cadena}} \dots(8B)$$

Reemplazando valores para el esfuerzo de rotura (Ver Anexo G)

$$f.s = \frac{10,771.00}{1,300.61} = 8.28 \approx 8$$

8.3 POSICIÓN DE CADENA

Calcularemos la posición de la cadena para el caso más crítico, que es cuando la longitud de la cadena esté largada; la figura que describirá la cadena será la de una media catenaria, que tiene la forma de una curva ascendente.

La formulación que utilizaremos es aplicable sólo cuando no haya durmiente; es decir que no haya tramos de cadena que repose en el fondo; y esto es debido a las máximas cargas que actúan sobre la boya y castillo, sólo esté el punto de contacto donde este amarrado la cadena. La ecuación de la curva que forma la cadena es:

$$Y = \left(\frac{F_R}{W} \right) \cdot \left[\cosh \left(\frac{W \cdot X}{F_R} \right) - 1 \right] \dots (8C)$$

Donde:

Y = Variable en el eje vertical (m)

F_R = Fuerzas que actúan sobre la boya (Kg.)

W = Peso unitario de la cadena por metro (Kg. /m)

X = Variable en el eje horizontal (m)

Reemplazando en la ecuación (8C), valores para la variable "X" cada cinco metros a lo largo de su longitud, obtenemos la tabla N° 8.1. Se considera como origen de coordenadas para la gráfica el punto donde se encuentra amarrado al muerto de fondeo.

Tabla N°8.1: Puntos para la posición de la cadena

ÍTEM	X (m)	Y (m)
1	0	0
2	5	0.133075957
3	10	0.532680808
4	15	1.199946554
5	20	2.13676343
6	25	3.345785255
7	30	4.830436953
8	35	6.594924251
9	40	8.644245598
10	45	10.98420632
11	50	13.62143508

De la tabla graficamos los puntos y nos da la siguiente gráfica (ver figura 8.1), donde la forma que tendrá la cadena es la de una media catenaria, cuando se encuentra totalmente largada.

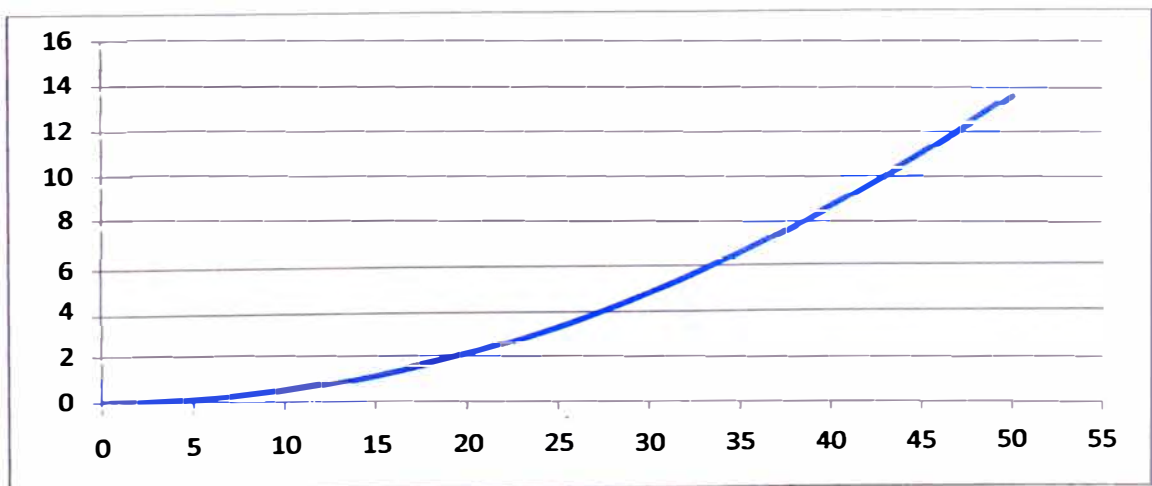


Fig. 8.1: Forma que tendrá la cadena largada

Con la curva de la cadena, calcularemos el radio de borneo (Rb) de la boya, con la siguiente formulación:

$$Rb = \left(\frac{F_R}{W} \right) \cdot \operatorname{senoh}^{-1} \left(\frac{W \cdot Lc}{F_R} \right) \dots (8D)$$

Donde:

Rb = Radio de borneo (m)

F_R = Fuerzas que actúan sobre la boya (Kg)

W = Peso unitario de la cadena por metro (Kg/m)

Lc = Longitud de cadena (m)

Reemplazando valores en la ecuación (8D) tenemos que:

$$Rb = \left(\frac{1,269}{5.7} \right) \cdot \operatorname{senoh}^{-1} \left(\frac{5.7 \times 50}{1,010} \right)$$

$$Rb = 49.59 \text{ m}$$

8.4 DETERMINACIÓN DEL PESO DEL MUERTO

Para estimar el peso del muerto, se tiene que analizar la carga resultante que actúa sobre la boya; dicha carga intentará desplazar al muerto en la dirección en que actúa la fuerza sobre un plano horizontal, por lo que analizaremos dicho intento de desplazamiento en un instante dado. Cuando la dirección del viento así como de la corriente de mar tome un sentido determinado, suponiendo en el eje

“X”, tenemos que toda la carga que actúa sobre la boyaintentará desplazar al muerto en dicha dirección del eje “X”, pero tendrá como oposición la suma de dos fuerzas: La resistencia hidrodinámica y la fuerza de rozamiento.

La resistencia hidrodinámica (R_H) es la fuerza de oposición al movimiento cuando un objeto intenta desplazarse a través de un fluido. Se calcula de la siguiente manera:

$$R_H = C_x \cdot \rho \cdot V^2 \cdot \frac{S}{2} \dots (8E)$$

Donde:

C_x = Coeficiente de arrastre.

ρ = Densidad del fluido.

V = Velocidad del flujo

S = Área transversal del muerto en la dirección del flujo

Pero el coeficiente de arrastre (C_x) es igual a:

$$C_x = a \cdot (\text{Re})^b \dots (8F)$$

Donde (Re) es el número de Reynolds, “a” y “b” constantes. La velocidad en el fondo del mar en los puntos 1, 4 y 5 es de 0.14m/s, (ver capítulo III) y la viscosidad cinemática del fluido es $1.3 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$.

Tenemos que $\text{Re} = 1.168 \times 10^5$ y las constantes para $\text{Re} > 10^4$, son:

a = 1.28 y b = 0.00111; entonces reemplazando valores en la ecuación (8F) tenemos:

$$C_x = 1.28 \cdot (1.168 \times 10^5)^{0.0111} = 1.46$$

Encontrando el valor de (C_x) reemplazamos los valores calculados en la ecuación (8E)

$$R_H = 1.46 \times 1,024 \times 0.14^2 \times \frac{0.99}{2}$$

$$R_H = 14.06 \text{ Kg}$$

Ahora determinaremos la fuerza de fricción (F_F), que es igual al coeficiente de rozamiento estático (μ_s) multiplicado por el peso estimado del muerto de amarre; para ello se considera que el coeficiente de fricción o rozamiento (μ_s) es equivalente a la unidad, teniendo en cuenta que es el coeficiente que tiene el concreto cuando está en contacto con otro material de alta rugosidad, además hay que agregar que el fondo marino es fangoso (ver capítulo III) y el sinker se hunde parcialmente, eso hace que el desplazamiento sea más difícil.

Entonces, para que se mantenga en equilibrio sobre el eje "X", se debe cumplir que la resistencia al avance (R_A) es igual a la suma de la fuerza de fricción (F_F) más la carga resultante (F_R), que actúa sobre la boya. Ver capítulo V.

De forma práctica para el cálculo de la fuerza de fricción (F_F) consideraremos un 20% más a la carga resultante que actúa sobre la boya (F_R) en dirección horizontal.

$$F_F = 1.20 \times F_R \dots (8E)$$

Reemplazando valores se tiene:

$$F_F = 1.20 \times 1,269 = 1,523 \text{ Kg.}$$

Además se conoce que la fuerza de fricción (F_F) o resistencia es igual a:

$$F_F = \mu_s \times m_g \dots (8F)$$

Donde:

m_g = Peso del muerto.

μ_s = Coeficiente de fricción estática.

Igualando las ecuaciones (8E) y (8F), se tiene que:

$$\mu_s \times m_g = 1.20 \times F_R \dots (8G)$$

Y resolviendo la ecuación (8G) para los siguientes valores de $\mu_s = 1$, y $F_R = 1,269 \text{ Kg.}$ (ver capítulo V), se tiene que el peso del muerto (m_g) es igual a:

$$\text{Peso del muerto} = 1,523 \text{ Kg.}$$

Entonces determinamos la resistencia al avance (R_A) con la siguiente ecuación:

$$R_A = F_F + R_H \dots (8H)$$

Reemplazando valores calculados en la ecuación (8H), tenemos que:

$$R_A = 1,523.00 + 14.06 = 1,537.06 \text{ Kg.}$$

De donde se observa que la resistencia al avance (R_A) es mayor a las cargas que actúan sobre la boya (F_R), por lo que dichas cargas por efecto de las corrientes marinas y del viento, no lograrán mover el muerto del lugar de su instalación.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos del cálculo teórico del presente informe y contrastados con los obtenidos en la parte práctica, se puede concluir lo siguiente:

Se tenía que el peso teórico de la boya oceanográfica considerando todos los elementos, estructurales, castillo y equipos era de 978.94 kilos, y el peso total una vez terminada la construcción era de 1,002.00 kilos, lo que significa una variación de 2.4% del valor teórico estimado; esta diferencia se puede dar porque las planchas de acero si bien tienen un espesor de fábrica determinado, estas presentan unas pequeñas variaciones en el espesor a lo largo de su superficie. Otra posibilidad de que pueda existir alguna variación, es que se ha tomado los pesos referenciales de los equipos que figuraban en los catálogos del fabricante.

Con ese incremento del peso real de la boya oceanográfica, la estabilidad no ha variado, ya que por su diseño presenta una reserva de flotabilidad de 798.74 Kg., y con el incremento de 2.4% del valor del peso teórico, la variación se considera despreciable, por lo que no se tendría que hacer ningún reproceso en la estructura de la boya. Además esta boya ha sido diseñado para soportar cadenas de 50 metros, en los calibres de $\frac{5}{8}$ " y $\frac{3}{4}$ ", que nos dan pesos de 285 kilos y 375 kilos, y que es cubierto perfectamente por la reserva de flotabilidad que fue estimada.

Las variaciones del franco bordo se dan, por el aumento del nivel de agua producto del aumento de las mareas; este hecho hace que la boya levante mas tramo de cadena que se encuentra en el lecho marino, por consiguiente es más peso que soporta la boya y hace que disminuya la reserva de flotabilidad, por lo tanto el

francobordo disminuye. La variación de la densidad del agua de mar no interfiere en la variación del francobordo, ya que se encuentra fijado en un mismo punto, con un recorrido que le da el radio de borneo de 49.59 m.

La cantidad de baterías determinadas; que fueron un total de seis, considerando dos adicionales, se ha sobre estimado, ya que los reportes de carga de batería de los equipos nunca han presentado una falta de energía; además el tiempo que se ha estado durante el periodo de prueba, se ha percatado que en la zona existe presencia de brillo solar en temporadas de invierno, por lo que al sistema se le podría suprimir las dos baterías adicionales, sin que la ausencia de estas afectara la alimentación de energía del sistema eléctrico.

Por lo mencionado anteriormente, se concluye que el proyecto a satisfecho las expectativas requeridas, ya que una vez instalado la boya oceanográfica se procedió a realizar la verificación de todos los instrumentos así como de la flotabilidad de la boya; se verificó los parámetros de calidad de agua, encontrándose dentro de los valores normales y lo más importante que se tiene un sistema de monitoreo en tiempo real, que nos permita alertar, cualquier daño al medio ambiente. Hasta la fecha el sistema sigue en funcionamiento e incluso se le está agregando un nuevo sensor, que se encargaría de la medición de ruido en el mar, para ver de qué forma pueda afectar la plataforma de gas a la fauna marina.

Los recursos de ingeniería multidisciplinaria como, naval, mecánica, electrónica e instrumentación, nos ha permitido concretar un proyecto nuevo en nuestro país, y que es utilizado para preservar y cuidar nuestro medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- 1. Estudio de pre factibilidad en la Reserva de Paracas**
H&O Ingenieros
- 2. Estudio de Corrientes Marinas**
Ing. Benjamín F. Vera Chamochumbi
- 3. Diseño y Construcción NSR – 98**
Normas Colombianas de Construcción
- 4. Energía de las olas**
Pedro Fernández Díez Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética
Universidad de Cantabria
- 5. Teoría del Buque – Flotabilidad y Estabilidad**
Joan Olivella Pulg
Ediciones UPC
- 6. Reglamento de Señalización Náutica (Anexo III)**
Centro de Hidrografía Naval
- 7. Teoría del Buque**
Baldomero García – Doncel Rodríguez

8. **Designmoorings**
Department of Defense USA

9. **Mecánica de Fluidos**
Irving H. Shames

10. **Electrónica Teoría de los circuitos**
Robert Boylestad – Louis Nasnelsky

11. **Instrumentos de medición de calidad del agua**
<http://www.hach.com/>

12. **Instrumentos de parámetros meteorológicos y dataloger**
<http://www.coastalenvironmental.com/>

ANEXO A

DATOS OCEANOGRAFICOS TEMPERATURA, SALINIDAD Y TURBIDEZ DE BAHIA PISCO FECHA: 18 DE MAYO 2007

ESTACION	LATITUD	LONGITUD	Prof.	T (°c)	S (UPS)	Turbidez- NTU
E-1	13° 46' 05,5''	76° 16' 01,8''	1	15,8	35,014	0,617
E-1	13° 46' 05,5''	76° 16' 01,8''	7	15,1	35,079	0,5
E-1	13° 46' 05,5''	76° 16' 01,8''	14	14,7	35,105	4,4
E-2	13° 46' 03,0''	76° 15' 38,3''	1	16,3	35,042	0,76
E-2	13° 46' 03,0''	76° 15' 38,3''	6	15,0	35,084	0,522
E-2	13° 46' 03,0''	76° 15' 38,3''	13	14,9	35,024	3,812
E-3	13° 46' 02,6''	76° 16' 23,8''	1	15,8	35,095	0,471
E-3	13° 46' 02,6''	76° 16' 23,8''	8	15,1	35,08	0,4
E-3	13° 46' 02,6''	76° 16' 23,8''	16	14,7	35,106	5,38
E-4	13° 47' 29,8''	76° 16' 03,8''	1	17,7	35,096	0,72
E-4	13° 47' 29,8''	76° 16' 03,8''	6	14,7	35,131	0,61
E-4	13° 47' 29,8''	76° 16' 03,8''	12	14,7	35,103	1,478
E-5	13° 48' 28,3''	76° 16' 46,9''	1	18,3	35,110	0,7
E-5	13° 48' 28,3''	76° 16' 46,9''	5	14,8	35,034	0,71
E-5	13° 48' 28,3''	76° 16' 46,9''	8,5	14,7	35,109	0,87
E-6	13° 48' 33,0''	76° 15' 18,5''	1	17,9	35,057	0,738
E-6	13° 48' 33,0''	76° 15' 18,5''	4,5	15,3	34,867	0,789
E-7	13° 47' 26,9''	76° 17' 40,5''	1	16,4	35,091	1,793
E-7	13° 47' 26,9''	76° 17' 40,5''	10	14,6	35,125	0,809
E-7	13° 47' 26,9''	76° 17' 40,5''	19	14,6	35,129	1,244
E-8	13° 47' 59,5''	76° 17' 13,9''	1	16,8	35,132	0,762
E-8	13° 47' 59,5''	76° 17' 13,9''	7	14,9	35,095	0,5
E-8	13° 47' 59,5''	76° 17' 13,9''	14	14,6	35,126	0,844
E-9	13° 49' 23,5''	76° 16' 39,9	1	19,5	35,039	0,694
E-9	13° 49' 23,5''	76° 16' 39,9	4	16,8	35,08	0,68
E-9	13° 49' 23,5''	76° 16' 39,9	8	15,6	35,125	0,71

ANEXO B

DATOS DE CORRIENTES MARINAS DE BAHIA PISCO FECHA: 18 DE MAYO 2007

EST.	LATITUD	LONGITUD	PROF. (m)	Hr. In	Hr. FIN	CORRIENTES		Comp. "u" cm/s	Comp. "v" cm/s
						VEL Cm/s	DIR (°)		
1	13° 46' 05,5''	76° 16' 01,8''	1	7:33	7:38	9,10	244	-8,18	-3,99
1	13° 46' 05,5''	76° 16' 01,8''	7	7:40	7:47	12,81	350	-2,22	12,62
1	13° 46' 05,5''	76° 16' 01,8''	14	7:50	7:58	3,52	359	-0,06	3,52
2	13° 46' 03,0''	76° 15' 38,3''	1	8:13	8:20	17,23	321	-10,84	13,39
2	13° 46' 03,0''	76° 15' 38,3''	6	8:21	8:29	14,44	68	13,39	5,41
2	13° 46' 03,0''	76° 15' 38,3''	13	8:35	8:44	12,08	329	-6,24	10,35
3	13° 46' 02,6''	76° 16' 23,8''	1	8:50	8:57	13,08	170	2,27	-12,88
3	13° 46' 02,6''	76° 16' 23,8''	8	8:59	9:08	14,85	294	-13,57	6,04
3	13° 46' 02,6''	76° 16' 23,8''	16	9:10	9:23	12,38	6	1,29	12,31
4	13° 47' 29,8''	76° 16' 03,8''	1	9:34	9:44	19,94	279	-19,69	3,12
4	13° 47' 29,8''	76° 16' 03,8''	6	9:45	9:55	9,72	325	-5,58	7,96
4	13° 47' 29,8''	76° 16' 03,8''	12	9:56	10:04	6,23	319	-4,09	4,70
5	13° 48' 28,3''	76° 16' 46,9''	1	10:12	10:21	16,76	359	-0,29	16,76
5	13° 48' 28,3''	76° 16' 46,9''	5	10:23	10:31	5,98	57	5,02	3,26
5	13° 48' 28,3''	76° 16' 46,9''	8,5	10:33	10:41	5,40	352	-0,75	5,35
6	13° 48' 33,0''	76° 15' 18,5''	1	10:47	10:55	7,06	150	3,53	-6,11
6	13° 48' 33,0''	76° 15' 18,5''	4,5	10:57	11:01	13,82	324	-8,12	11,18
7	13° 47' 26,9''	76° 17' 40,5''	1	11:17	11:28	10,73	178	0,37	-10,72
7	13° 47' 26,9''	76° 17' 40,5''	10	11:31	11:40	6,93	176	-0,48	6,91
7	13° 47' 26,9''	76° 17' 40,5''	19	11:43	11:51	1,40	2	0,05	1,40
8	13° 47' 59,5''	76° 17' 13,9''	1	11:57	12:05	8,13	178	0,28	-8,13
8	13° 47' 59,5''	76° 17' 13,9''	7	12:07	12:16	7,20	166	1,74	-6,99
8	13° 47' 59,5''	76° 17' 13,9''	14	12:19	12:27	7,56	41	4,96	5,71
9	13° 49' 23,5''	76° 16' 39,9	1	12:44	13:00	11,53	354	-1,21	11,47
9	13° 49' 23,5''	76° 16' 39,9	4	13:02	13:10	9,09	15	2,35	8,78
9	13° 49' 23,5''	76° 16' 39,9	8	13:12	13:21	5,93	359	-0,10	5,93

ANEXO C

DATOS OCEANOGRAFICOS DE BAHIA PISCO FECHA: 18 DE MAYO 2007

EST. Nº	LATITUD	LONGITUD	PROF. m	Hr. INIC	Hr. FIN	TSM (°C)	T _a (°C)	VIENTO	
								DIR	VEL m/s
1	13° 46' 05,5''	76° 16' 01,8''	1	7:33	7:38	15,8	18	110°	0,3
1	13° 46' 05,5''	76° 16' 01,8''	7	7:40	7:47				
1	13° 46' 05,5''	76° 16' 01,8''	14	7:50	7:58				
2	13° 46' 03,0''	76° 15' 38,3''	1	8:13	8:20	16,3	18,4	180°	0,9
2	13° 46' 03,0''	76° 15' 38,3''	6	8:21	8:29				
2	13° 46' 03,0''	76° 15' 38,3''	13	8:35	8:44				
3	13° 46' 02,6''	76° 16' 23,8''	1	8:50	8:57	15,8	19,2	180°	0,5
3	13° 46' 02,6''	76° 16' 23,8''	8	8:59	9:08				
3	13° 46' 02,6''	76° 16' 23,8''	16	9:10	9:23				
4	13° 47' 29,8''	76° 16' 03,8''	1	9:34	9:44	17,7	18	270°	1,9
4	13° 47' 29,8''	76° 16' 03,8''	6	9:45	9:55				
4	13° 47' 29,8''	76° 16' 03,8''	12	9:56	10:04				
5	13° 48' 28,3''	76° 16' 46,9''	1	10:12	10:21	18,3	20,6	310°	2
5	13° 48' 28,3''	76° 16' 46,9''	5	10:23	10:31				
5	13° 48' 28,3''	76° 16' 46,9''	8,5	10:33	10:41				
6	13° 48' 33,0''	76° 15' 18,5''	1	10:47	10:55	17,9	19,8	320°	2
6	13° 48' 33,0''	76° 15' 18,5''	4,5	10:57	11:01				
7	13° 47' 26,9''	76° 17' 40,5''	1	11:17	11:28	16,4	18,1	290°	3,3
7	13° 47' 26,9''	76° 17' 40,5''	10	11:31	11:40				
7	13° 47' 26,9''	76° 17' 40,5''	19	11:43	11:51				
8	13° 47' 59,5''	76° 17' 13,9''	1	11:57	12:05	16,8	23,5	310°	3,7
8	13° 47' 59,5''	76° 17' 13,9''	7	12:07	12:16				
8	13° 47' 59,5''	76° 17' 13,9''	14	12:19	12:27				
9	13° 49' 23,5''	76° 16' 39,9	1	12:44	13:00	19,5	24,9	10°	2,2
9	13° 49' 23,5''	76° 16' 39,9	4	13:02	13:10				
9	13° 49' 23,5''	76° 16' 39,9	8	13:12	13:21				

ANEXO D

MULTIPARÁMETRO HYDROLAB DS5

El HYDROLAB DSS / DSSX es un instrumento de una sola pieza que contiene todos los parámetros básicos meteorológicos.

Viene incorporado un compás electrónico que permite que se auto alinee con el norte VERDADERO o norte REAL

El material resistente de que está construido el WEATHERPAK® 2000 es una aleación especial, aluminio 6061-T6, que no produce chispas.

Además el WEATHERPAK® 2000 es impermeable a la mayoría de los productos químicos en suspensión en el aire.

Trabaja en zonas donde la temperatura es elevada.

Puede soportar caídas de 6 pies (1.80 m.) sobre el concreto.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Marca HACH
- Instrumento:
Multiparámetro
- Modelo: Hydrolab DS5 /
DS5X
- Procedencia: USA
- Voltaje: 11-18 Voltios
- Corriente: 0.06 Amp.
- Potencia: 0.72 W.



ESPECIFICACIONES

- Dimensiones:
 - Diámetro exterior: 3.5" / 8.9 cm.
 - Longitud: 23" / 58.4 cm.
- Peso: 7.4 lbs. / 3.35 kg.
- Comunicación interfaz: RS-232, SDI-12, RS-485
- Memoria: Hasta 120,000 medidas.
- Batería: Ocho pilas tipo C.
- Temperatura de operación: -5 a 50 °C
- Profundidad máxima de trabajo: 200 m



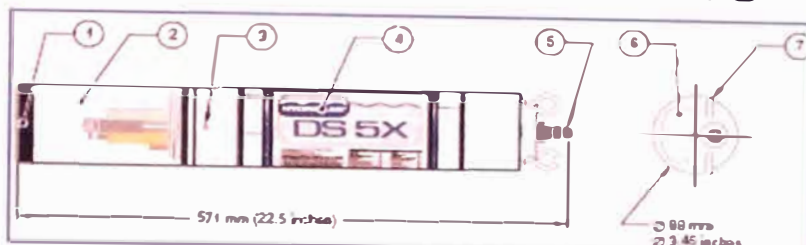
SENSORES

El Hydrolab DS5 / DS5X, consta de los siguientes sensores:

- Sensor de Turbidez
- Sensor de Oxígeno Disuelto
- Sensor de PH
- Sensor de Temperatura
- Sensor de salinidad
- Sensor de Clorofila
- Presión



PARTES DEL INSTRUMENTO

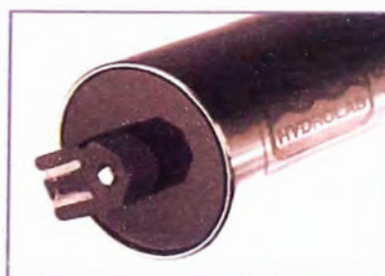


ITEM	DESCRIPCIÓN	ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Tapa de taza de calibración	5	Conector hermético
2	Taza de calibración	6	Compartimiento de batería
3	Tomillo de seguridad	7	Cáncamo de seguridad
4	Carcasa		

DESCRIPCIÓN DE LOS SENSORES

Sensor de Turbidez

- El sensor mide la intensidad de la luz dispersada a 90 grados cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua.
- Las lecturas se exhiben como NTU (Unidades Nefelométricas de turbidez)
- El sensor también utiliza modulación electrónica para rechazar los errores debido a la luz del ambiente.



Especificaciones Técnicas del Sensor de Turbidez

Rango:	0 – 3000 NTU
Precisión:	± 1% hasta 100 NTU ± 3% desde 100 – 400 NTU ± 5% desde 400 – 3000 NTU
Resolución:	0.1 NTU de 0 – 4000 NTU; 1 NTU para > 400 NTU
Coefficiente de temperatura:	0.05%/C

DESCRIPCIÓN DE LOS SENSORES

Sensor de Oxígeno Disuelto

- El Sensor de humedad relativa y temperatura del aire son compactos y fácil de usar.
- El Sensor de humedad relativa es un elemento tipo capacitivo higroscópico.
- Poseen una membrana tipo filtro mecánico en la cubierta del sensor que lo protege del polvo y la suciedad.



Especificaciones Técnicas del Sensor Humedad Relativa y Temperatura del Aire

- Precisión HR: +/- 3%
- Resolución HR: 1% HR
- Rango HR: 0 – 100% HR
- Temperatura de Operación: - 30 °C – +60 °C
- Precisión de Temp.: +/- 0.1 °C, 0°C – +70°C
- Error en plena luz del Sol: 0.5 °C

DESCRIPCIÓN DE LOS SENSORES

Sensor de PH

- El barómetro es un sensor resistente con una celda piezo resistiva piezoeléctrico de medición de la presión con un láser mínimo de compensación de la temperatura.
- El Sensor está instalado dentro de la carcasa del WEATHERPAK® sobre una pequeña tarjeta de circuitos.
- Un tubo de entrada de la presión se extiende desde el sensor a un puerto protegido de presión, que termina debajo del protector de radiación solar.



Especificaciones Técnicas del Sensor de Presión Barométrica

Medición

- ▣ Rango: 500 – 1200 hPa
- ▣ Resolución: 1 hPa
- ▣ Precisión:
 - +/- 1 mBar a 22 °C
 - +/- 2 mBar a 0 °C – +65 °C
 - +/- 3 mBar a - 30 °C – +65 °C

Medioambiente

- ▣ Temp. de Operación: - 40 °C – +85 °C
- ▣ Temp. de Compensación: 0 °C – +50 °C

Dimensiones Físicas

- ▣ Alto: 32 mm.
- ▣ Ancho: 20 mm.
- ▣ Largo: 47 mm. (incluido la tarjeta)
- ▣ Peso: 17 gr.

DESCRIPCIÓN DE LOS SENSORES

Sensor de Temperatura

■ El compás electromagnético es controlado por un microprocesador, giroscopio electromagnético, que ha sido diseñado para sistemas de compases de navegación y otras mediciones remotas, donde las altas vibraciones, choques y temperaturas extremas son comunes.

■ El compás es un elemento que detecta el espiral del flujo magnético del campo magnético de la tierra. Un circuito integrado convierte el espiral en señales digitales, que indican al compás la dirección del norte magnético.



Especificaciones Técnicas del Compás Electromagnético

Medición

- ▣ Voltaje de operación: 12 VDC, +/- 30%
- ▣ Corriente de operación: 30 mAmp.
- ▣ Precisión: +/- 1°C
- ▣ Resolución: 0.1 °
- ▣ Giroscopio: +/- 45 °C

Medioambiente

- ▣ Rango de Temperatura: - 20 °C a +70 °C

Dimensiones Físicas

- ▣ Peso: 25 gr.
- ▣ Interconexión: 4 cables básicos con conectores impermeables a la unidad

DESCRIPCIÓN DE LOS SENSORES

Sensor de Conductividad

- Este sensor se ha utilizado ampliamente en estudios de energía solar para la evaluación y supervisión in situ, programación de riego y otros estudios ambientales.
- El Sensor cuenta con un detector de silicio fotovoltaico, montado completamente sobre un 'coseno corrector'. El Sensor puede ser manipulado o montado en cualquier ángulo requerido.
- La respuesta del espectro solar inducido es inferior a + / - 5% en la mayoría de las condiciones de luz natural.



DESCRIPCIÓN DE LOS SENSORES

Sensor de Clorofila

- Este sensor se ha utilizado ampliamente en estudios de energía solar para la evaluación y supervisión in situ, programación de riego y otros estudios ambientales.
- El Sensor cuenta con un detector de silicio fotovoltaico, montado completamente sobre un 'coseno corrector'. El Sensor puede ser manipulado o montado en cualquier ángulo requerido.
- La respuesta del espectro solar inducido es inferior a $\pm 5\%$ en la mayoría de las condiciones de luz natural.



DESCRIPCIÓN DE LOS SENSORES

Sensor de Algas verdes y azules

- Este sensor se ha utilizado ampliamente en estudios de energía solar para la evaluación y supervisión in situ, programación de riego y otros estudios ambientales.
- El Sensor cuenta con un detector de silicio fotovoltaico, montado completamente sobre un 'coseno corrector'. El Sensor puede ser manipulado o montado en cualquier ángulo requerido.
- La respuesta del espectro solar inducido es inferior a $\pm 5\%$ en la mayoría de las condiciones de luz natural.



VISUALIZACIÓN DE DATOS EN LA PC

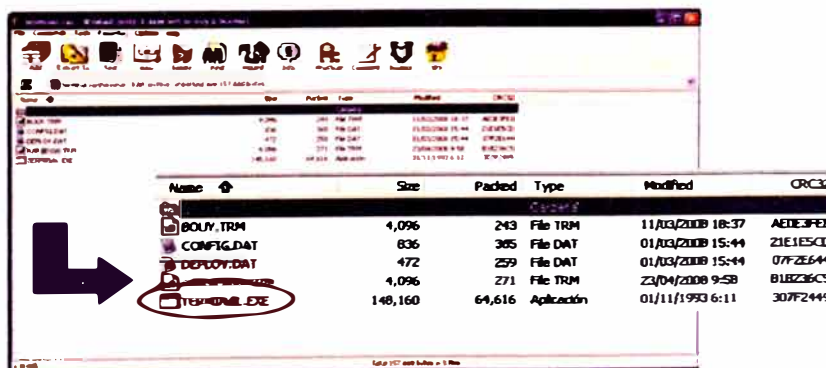
PROCEDIMIENTO

1. Abrir el software 'Terminal' del ZENO, instalado en la PC.
2. En la ventana que aparece seleccionar la carpeta 'terminal' y presionar ENTER.



VISUALIZACIÓN DE DATOS EN LA PC

3. Se despliega los archivos de la carpeta.
4. Seleccionar el archivo ejecutable TERMINAL.exe y presionar ENTER.



VISUALIZACIÓN DE DATOS EN LA PC

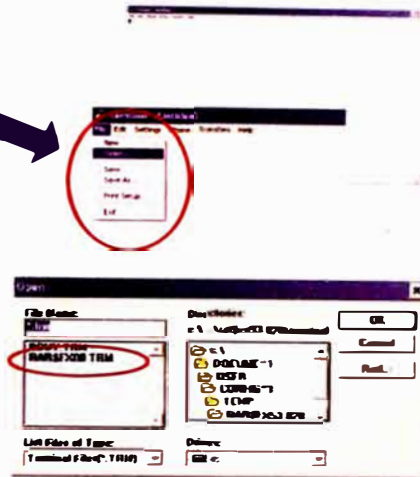
5. Aparece la siguiente ventana

6. Ir a Menú y hacer clic en File y mostrará el menú desplegable.

7. Seleccionar la opción Open... del menú desplegable.

8. Aparece la siguiente ventana

9. Seleccionar la opción RAR\$EX00.TRM, del menú de la izquierda



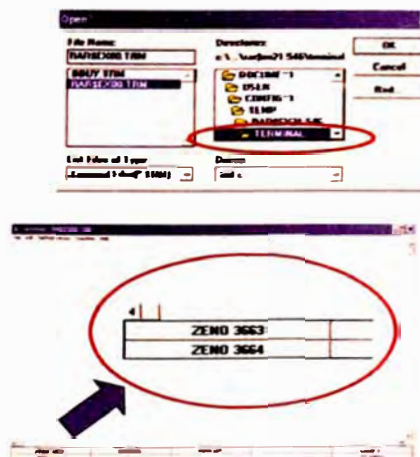
VISUALIZACIÓN DE DATOS EN LA PC

10. Seleccionar la carpeta TERMINAL del menú de la derecha y hacer clic en OK.

11. Aparece la siguiente ventana.

12. En la parte inferior izquierda seleccionar una de las opciones ZENO 3663 ó ZENO 3664 para ver los datos que sean ido almacenando en la memoria interna.

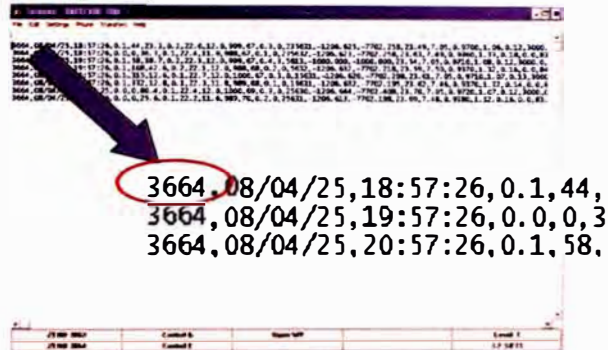
13. El ZENO 3663 corresponde a la primera boya (VICTOR I), el ZENO 3664 corresponde a la segunda boya (VICTOR II)



VISUALIZACIÓN DE DATOS EN LA PC

14. Cuando sea seleccionado una de las opciones del ZENO aparece la siguiente ventana, en este caso corresponde al ZENO ubicado en la segunda boya.

15. En la primera fila de datos, el primer número separado por una coma se refiere al número identificador del ZENO, en este ejemplo se refiere a 3664, que identifica al ZENO ubicado en la segunda boya.



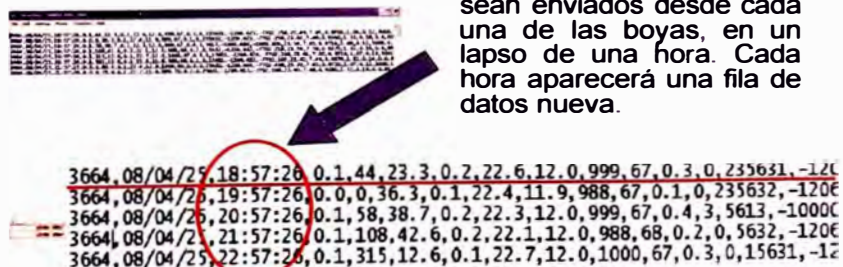
3664	08/04/25,18:57:26	0.1,44,
3664	08/04/25,19:57:26	0.0,0,3
3664	08/04/25,20:57:26	0.1,58,

VISUALIZACIÓN DE DATOS EN LA PC

16. Una fila de números corresponde a los datos que son reportados vía telemétrica, por la radio instalada en la boya.

17. Todos los parámetros de medición registrados, están separados mediante comas.

14. El envío de datos ha sido configurado para que sean enviados desde cada una de las boyas, en un lapso de una hora. Cada hora aparecerá una fila de datos nueva.



3664	08/04/25,18:57:26	0.1,44,23.3,0.2,22.6,12.0,999.67,0.3,0.235631,-1200
3664	08/04/25,19:57:26	0.0,0,36.3,0.1,22.4,11.9,988.67,0.1,0.235632,-1200
3664	08/04/25,20:57:26	0.1,58,38.7,0.2,22.3,12.0,999.67,0.4,3.5613,-10000
3664	08/04/25,21:57:26	0.1,108,42.6,0.2,22.1,12.0,988.68,0.2,0.5632,-1200
3664	08/04/25,22:57:26	0.1,315,12.6,0.1,22.7,12.0,1000.67,0.3,0.15631,-1200

ANEXO E

ESTACIÓN METEOROLÓGICA WEATHERPAK® 2000

El WEATHERPAK® 2000 es un instrumento de una sola pieza que contiene todos los parámetros básicos meteorológicos.

Viene incorporado un compás electrónico que permite que se auto alinee con el norte VERDADERO o norte REAL.

El material resistente de que está construido el WEATHERPAK® 2000 es una aleación especial, aluminio 6061-T6, que no produce chispas.

Además el WEATHERPAK® 2000 es impermeable a la mayoría de los productos químicos en suspensión en el aire.

Trabaja en zonas donde la temperatura es elevada.

Puede soportar caídas de 6 pies (1.80 m.) sobre el concreto.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Marca Coastal Environmental Systems
- Modelo 2000
- Procedencia: USA
- Voltaje: 11-18 Voltios
- Corriente: 0.08 Amp.
- Potencia: 0.72 W.



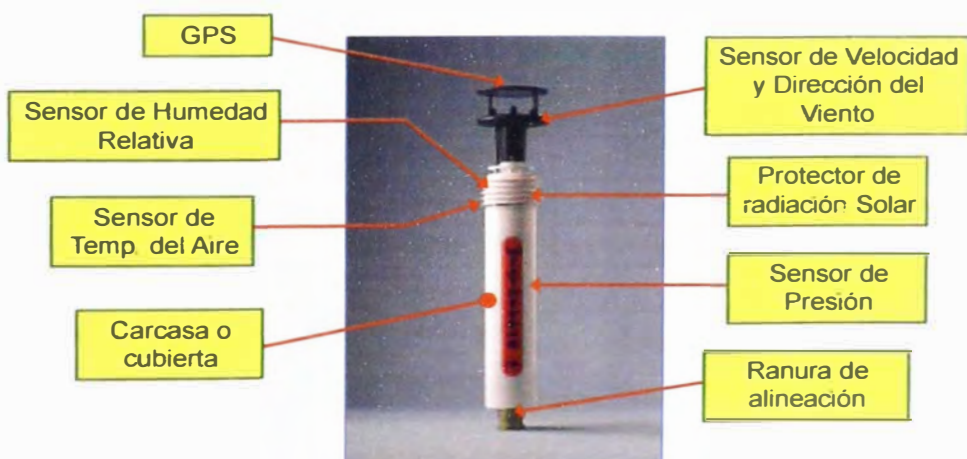
SENSORES

El WEATHERPACK® 2000, consta de los siguientes sensores:

- Velocidad del viento
- Dirección del Viento
- Temperatura del aire
- Humedad Relativa
- Presión barométrica
- Compás electromagnético
- Radiación Solar
- GPS



PARTES DEL INSTRUMENTO



SENSORES DEL INSTRUMENTO

■ Los sensores del Instrumento se encuentran en un recipiente herméticamente cerrado de una aleación especial de aluminio, que contienen a parte de los sensores, un microprocesador y otros dispositivos electrónicos.

■ Los sensores de temperatura, presión, humedad relativa, compás, se encuentran debajo del protector de radiación solar tipo "agallas" en la parte superior del cilindro.

■ Un sensor ultrasónico de velocidad y dirección del viento de "partes no móviles" está unido a la parte superior del instrumento.



DESCRIPCIÓN DE LOS SENSORES

Sensor de Velocidad y Dirección del Viento

■ El sensor se basa en la tecnología de ultrasonido.

■ Es ideal para aplicaciones en ambientes marinos.

■ De construcción ligera, robusta, y de alta resistencia, fabricado de un material no corrosivo y con protección a los rayos UV.



Especificaciones Técnicas del Sensor de Velocidad y Dirección del Viento

Velocidad del Viento

Rango: 0 – 60 m/s
Resolución: 0.01 m/s
Precisión: +/- 2%

Dirección del Viento

Rango: 0 – 360°
Resolución: 1°
Precisión: +/- 3%

Medio Ambiente

Temp. de trabajo: - 35 °C – 70 °C
Humedad de trabajo: 5% – 100%

Dimensiones Físicas

Tamaño: 142 mm. x 160 mm.
Peso: 0.5 Kg.

DESCRIPCIÓN DE LOS SENSORES

Sensor de Humedad Relativa y Temperatura del Aire

- El Sensor de humedad relativa y temperatura del aire son compactos y fácil de usar.
- El Sensor de humedad relativa es un elemento tipo capacitivo higroscópico.
- Poseen una membrana tipo filtro mecánico en la cubierta del sensor que lo protege del polvo y la suciedad.
- Tiene una sensibilidad a los cambios de temperatura, que permite tener una gran resolución de las medidas.



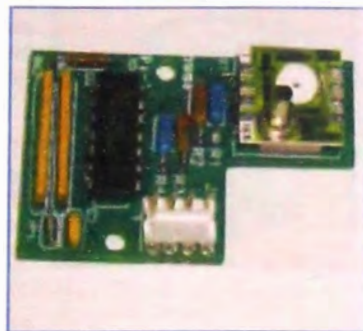
Especificaciones Técnicas del Sensor Humedad Relativa y Temperatura del Aire

- Precisión HR: +/- 3%
- Resolución HR: 1% HR
- Rango HR: 0 – 100% HR
- Temperatura de Operación: - 30 °C – +60 °C
- Precisión de Temp.: +/- 0.1 °C, 0°C – +70°C
- Error en plena luz del Sol: 0.5 °C

DESCRIPCIÓN DE LOS SENSORES

Sensor de Presión Barométrica

- El barómetro es un sensor resistente con una celda piezo resistiva piezoeléctrico de medición de la presión con un láser mínimo de compensación de la temperatura.
- El Sensor está instalado dentro de la carcasa del WEATHERPAK® sobre una pequeña tarjeta de circuitos.
- Un tubo de entrada de la presión se extiende desde el sensor a un puerto protegido de presión, que termina debajo del protector de radiación solar.



Especificaciones Técnicas del Sensor de Presión Barométrica

Medición

- ▣ Rango: 500 – 1200 hPa
- ▣ Resolución: 1 hPa
- ▣ Precisión:
 - +/- 1 mBar a 22 °C
 - +/- 2 mBar a 0 °C – +65 °C
 - +/- 3 mBar a - 30 °C – +65 °C

Medioambiente

- ▣ Temp. de Operación: - 40 °C – +85 °C
- ▣ Temp. de Compensación: 0 °C – +50 °C

Dimensiones Físicas

- ▣ Alto: 32 mm.
- ▣ Ancho: 20 mm.
- ▣ Largo: 47 mm. (incluido la tarjeta)
- ▣ Peso: 17 gr.

DESCRIPCIÓN DE LOS SENSORES

Compás electromagnético

■ El compás electromagnético es controlado por un microprocesador, giroscopio electromagnético, que ha sido diseñado para sistemas de compases de navegación y otras mediciones remotas, donde las altas vibraciones, choques y temperaturas extremas son comunes.

■ El compás es un elemento que detecta el espiral del flujo magnético del campo magnético de la tierra. Un circuito integrado convierte el espiral en señales digitales, que indican al compás la dirección del norte magnético.

■ Los giroscopios son las únicas piezas móviles en el compás, y permite que el compás sea exacto en ángulos de inclinación de hasta +/- 30°.



Especificaciones Técnicas del Compás Electromagnético

Medición

- ▣ Voltaje de operación: 12 VDC, +/- 30%
- ▣ Corriente de operación: 30 mAmp.
- ▣ Precisión: +/- 1°C
- ▣ Resolución: 0.1 °
- ▣ Giroscopio: +/- 45 °C

Medioambiente

- ▣ Rango de Temperatura: - 20 °C a +70 °C

Dimensiones Físicas

- ▣ Peso: 25 gr.
- ▣ Interconexión: 4 cables básicos con conectores impermeables a la unidad

DESCRIPCIÓN DE LOS SENSORES

Sensor de Radiación Solar

- Este sensor se ha utilizado ampliamente en estudios de energía solar para la evaluación y supervisión in situ, programación de riego y otros estudios ambientales.
- El Sensor cuenta con un detector de silicio fotovoltaico, montado completamente sobre un 'coseno corrector'. El Sensor puede ser manipulado o montado en cualquier ángulo requerido.
- La respuesta del espectro solar inducido es inferior a + / - 5% en la mayoría de las condiciones de luz natural.
- El Sensor no se debe utilizar debajo de vegetación o de luces artificiales, porque ha estado calibrado para espectros de la luz solar.



Especificaciones Técnicas del Sensor de Radiación Solar

Medición

▣ Rango:	400 – 1100 nm
▣ Sensibilidad:	90 $\mu\text{A}/1000 \text{ Wm}^{-2}$
▣ Precisión:	Condiciones bajo luz natural es +/- 5%
▣ Dependencia de la temp:	+/- 0.15% por °C máximo
▣ Lineabilidad:	+/- 1% para 0 a 3000 W/m ²
▣ Tiempo de respuesta:	10 μs
▣ Humedad Relativa:	0 – 100%
▣ Detector:	Alta estabilidad del detector de silicio fotovoltaico (blue enhanced)

Dimensiones Físicas

▣ Cubierta del Sensor:	Impermeable de aluminio anodizado, hardware de acero inoxidable
▣ Tamaño:	2.38 cm. (diámetro) x 2.54 cm. (altura)
▣ Peso:	28 gr.

ENSAMBLE

- Retirar la tapa protectora
- Alinear la ranura en el WEATHERPACK® 2000 con el pin que sirve de guía en el conector 'Kamlock'.
- Al tener una tolerancia muy estrecha se requiere de un empuje adicional.
- Luego empuje los brazos del conector hacia abajo para garantizar el ajuste perfecto.



Ranura de alineación

Brazos del conector

ANEXO F

viewpoint (bow thrusters, waterjet drives etc.) shall be determined individually in each case

The calculated underwater area applies only for the hull. For the determination of the overall area A_s to be protected, the additional cathodic protection zones (such as the appendages, propeller and shafts) are calculated separately according to drawings and then added.

The protection of openings, e.g. sea chests, and other KSZs lying outside the region of action must be calculated in addition.

2.2 Calculation of the protective current

The required total protective current is:

$$\text{Equation II: } I_G = A_s \cdot i_s$$

where:

I_G = total protective current

A_s = total area to be protected

i_s = protective current density

The protective current for cathodic protection zones to be handled separately must be determined by

$$\text{Equation I: } I_{KSZ} = A_{KSZ} \cdot i_{KSZ}$$

2.3 Calculation of the required anode weight

The required total anode weight is:

$$\text{Equation III: } m_G = \frac{I_G \cdot t_s}{Q_e}$$

where:

m_G = required total anode weight

I_G = total protective current

t_s = protective period

Q_e = electrochemical efficiency of the anode alloy

The required anode weight of a KSZ to be handled separately is:

$$\text{Equation IV: } m_{KSZ} = \frac{I_{KSZ} \cdot t_s}{Q_e}$$

If an area which has to be considered separately, such as a bow thruster, consists of several cathodic protection zones (impeller, bracket, rudder), the required total mass must be calculated by addition of the individual values

3. Anode selection

3.1 Anode materials

Concerning the materials for galvanic anodes, aluminium or zinc alloys as per the requirements set out in Table 7.3 or 7.4 or as per VC 81255, equivalent standards or specifications approved by GL must be applied

Table 7.3 Sacrificial anodes of zinc alloys for applications in seawater

Element	GL-Zn1	GL-Zn2
Al	0.10 - 0.50	≤ 0.10
Cd	0.025 - 0.07	≤ 0.004
Cu	≤ 0.005	≤ 0.005
Fe	≤ 0.005	≤ 0.0014
Pb	≤ 0.006	≤ 0.006
Zn	≥ 99.22	≥ 99.88
Potential (T = 20 °C)	-1.05 V Ag/AgCl/Sea	-1.05 V Ag/AgCl/Sea
Q_e (T = 20 °C)	780 Ah/kg	750 Ah/kg
Efficiency (T = 20 °C)	95 %	

Table 7.4 Sacrificial anodes of aluminium alloys for applications in seawater

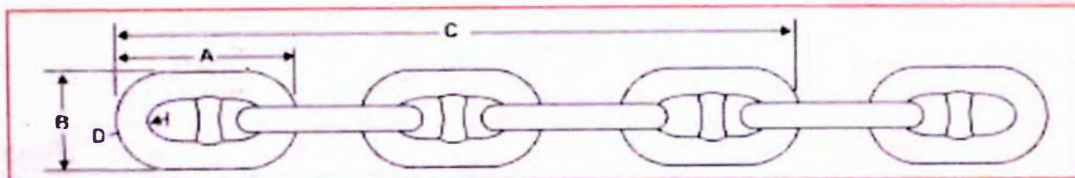
Element	GL-Al1	GL-Al2	GL-Al3
Si	≤ 0.10	≤ 0.10	Si - Fe
Fe	≤ 0.10	≤ 0.13	≤ 0.10
Cu	≤ 0.005	≤ 0.005	≤ 0.02
Mg	N.A.	N.A.	0.15 - 0.50
Zn	2.0 - 6.0	4.0 - 6.0	2.0 - 5.0
Ti	—	—	0.01 - 0.05
In	0.01 - 0.03	—	0.01 - 0.05
Sn	—	0.05 - 0.15	—
Other El.	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 0.15
Al	Residue	Residue	Residue
Potential (T = 20 °C)	-1.05 V Ag/AgCl/Sea	-1.05 V Ag/AgCl/Sea	-1.05 V Ag/AgCl/Sea
Q_e (T = 20 °C)	2000 Ah/kg	2000 Ah/kg	2700 Ah/kg
Efficiency (T = 20 °C)	95 %		

ANEXO G

Cadenas con concreto

1

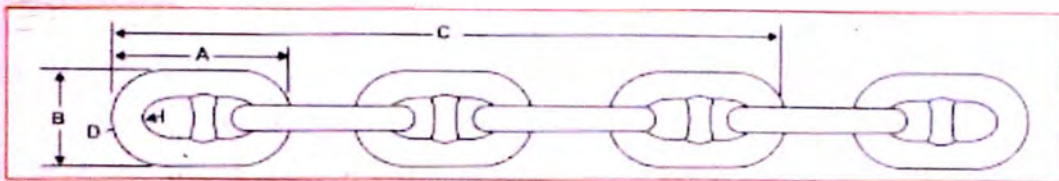
STUD - LINK CHAIN



Chain Size		Link Length A	Link Length B	Length Over Five Links C	Grip Radius D	Weight per 15-Fathom Shot (Approx.)	No. Of Links per 15-Fathom Shot	Grade 1 L.FORAS		Grade 2 L.FORAS		Grade 3 L.FORAS	
Inches	mm							Proof Test	Break Test	Proof Test	Break Test	Proof Test	Break Test
5/8	16	3-3/4	7-1/4	13-3/4	3/8	365	432	16600	23745	25745	33220	33220	47465
3/4	19	4-1/2	2-5/8	16-1/2	7/8	490	357	25800	34000	34000	47000	47000	66000
13/16	20	4-7/8	2-7/8	17-7/8	7/8	570	329	27800	38800	38800	50700	50700	70500
7/8	22	5-1/4	3-1/8	18-1/4	7/8	660	305	32200	48000	46000	64400	64400	87800
1 1/16	24	5-5/8	3-5/16	20-5/8	5/8	760	285	36800	52900	52600	73700	73700	100000
1	25	6	3-9/16	22	21/32	860	267	41800	59700	58700	82600	82600	113500
1 1/16	27	6-3/8	3-3/4	23-3/8	11/16	970	251	47000	67200	67200	94700	94700	130000
1-1/8	28	6-3/4	4	24-3/4	25/32	1090	237	52600	75300	75000	105000	105000	150000
1-3/16	30	7-1/8	4-1/4	26-1/8	25/32	1220	225	58400	83400	83400	115300	115300	167000
1-1/4	32	7-1/2	4-1/2	27-1/2	25/32	1360	213	64500	92200	92200	129000	129000	180000
1-5/16	35	7-7/8	4-3/4	28-7/8	7/8	1490	205	70900	101500	101500	142000	142000	200000
1-3/8	34	8-1/4	4-15/16	30-1/4	7/8	1630	195	77500	111000	111000	155000	155000	220000
1-7/16	36	8-5/8	5-3/16	31-5/8	15/16	1790	187	84500	120500	120500	169000	169000	241000
1-1/2	38	9	5-3/8	33	83/64	1940	179	91700	131000	131000	183500	183500	260000
1-9/16	40	9-3/8	5-5/8	34-3/8	1-1/32	2090	171	99200	142000	142000	198500	198500	280000
1-5/8	42	9-3/4	5-7/8	35-3/4	1-1/16	2240	165	108000	153000	153000	214000	214000	300000
1-11/16	43	10-1/8	6-1/16	37-1/8	1-3/32	2410	159	115000	165000	165000	229000	229000	327000
1-3/4	44	10-1/2	6-5/16	38-1/2	1-8/32	2580	153	123500	178000	178000	247000	247000	352000
1-13/16	46	10-7/8	6-1/2	39-7/8	1-3/16	2750	147	132000	189500	189500	264000	264000	377000
1-7/8	48	11-1/4	6-3/4	41-1/4	1-1/4	2990	143	143500	201000	201000	281000	281000	400000
1-15/16	50	11-5/8	7	42-5/8	1-6/32	3180	136	149500	214000	214000	299000	299000	427000
2	51	12	7-3/16	44	1-5/16	3380	132	159000	227000	227000	318000	318000	454000
2-1/16	52	12-3/8	7-7/16	45-3/8	1-3/8	3570	126	168500	241000	241000	337000	337000	482000
2-1/8	54	12-3/4	7-5/8	46-3/4	1-27/64	3780	125	178500	256000	255000	357000	357000	510000
2-3/16	56	13-1/8	7-7/8	48-1/8	1-15/32	4020	122	189500	269000	269000	377000	377000	538000
2-1/4	58	13-1/2	8-1/8	49-1/2	1-1/2	4250	119	198500	284000	284000	396000	396000	570000
2-5/16	59	13-7/8	8-5/16	50-7/8	1-17/32	4490	117	209000	299000	299000	418000	418000	588000
2-3/8	60	14-1/4	8-9/16	52-1/4	1-9/16	4730	113	219000	314000	314000	440000	440000	628000

Cadenas con concreto

STUD - LINK CHAIN

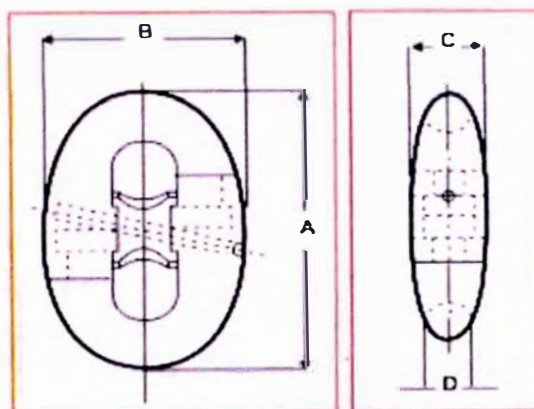


Chain Size		Link Length A	Link Length B	Length Over Five Links C	Grip Radius D	Weight per 15-Fathom Shot (approx.)	No. Of Links per 15-Fathom Shot	Grade 1		Grade 2		Grade 3	
Inches	mm							Proof Test	Break Test	Proof Test	Break Test	Proof Test	Break Test
2-7/16	62	14-5/8	8-3/4	52-3/8	1-5/8	4860	11	251000	330000	330000	482000	482000	650000
2-1/2	64	15	9	55	1-5/8	5073	13	242000	318000	318000	484000	484000	652000
2-5/16	66	15-3/8	9-1/4	56-3/8	1-11/16	5515	13	254000	330000	330000	507000	507000	728000
2-3/8	67	15-3/4	9-7/16	57-3/4	1-11/16	5920	13	265000	378000	378000	530000	530000	768000
2-11/16	68	16-1/8	9-11/16	58-1/8	1-3/4	6110	13	277000	399000	399000	554000	554000	792000
2-3/4	70	16-1/2	9-7/8	60-1/2	1-13/16	6410	13	289000	413000	413000	578000	578000	828000
2-13/16	71	16-7/8	10-1/8	61-7/8	1-27/32	6710	13	301000	431000	431000	603000	603000	861000
2-7/8	73	17-1/4	10-3/8	63-1/4	1-7/8	7020	13	314000	449000	449000	628000	628000	887000
2-15/16	75	17-5/8	10-9/16	64-5/8	1-7/8	7330	13	327000	467000	467000	654000	654000	914000
3	76	18	10-13/16	66	2	7650	13	340000	485000	485000	679000	679000	940000
3-1/16	78	18-3/8	11	67-3/8	2	7980	13	353000	504000	504000	705000	705000	968000
3-1/8	78	18-3/4	11-1/8	68-3/4	2-1/16	8320	13	366000	523000	523000	732000	732000	1000000
3-3/8	81	19-1/8	11-1/2	70-1/8	2-1/16	8660	13	380000	542000	542000	759000	759000	1034000
3-7/8	83	19-1/2	11-1/16	71-1/2	2-1/8	9010	13	394000	562000	562000	787000	787000	1070000
3-5/8	84	19-7/8	11-15/16	72-7/8	2-1/8	9360	13	408000	582000	582000	816000	816000	1107000
3-3/4	86	20-1/4	12-1/8	74-1/4	2-3/16	9720	13	423000	602000	602000	846000	846000	1145000
3-7/16	87	20-5/8	12-3/8	75-5/8	2-3/16	10100	13	438000	622000	622000	877000	877000	1184000
3-1/2	90	21	12-5/8	77	2-3/16	10500	13	454000	643000	643000	909000	909000	1235000
3-5/8	92	21-3/4	12-15/16	78-3/4	2-3/16	11000	13	470000	665000	665000	942000	942000	1288000
3-3/4	95	22-1/2	12-3/4	80-1/2	2-15/32	11500	13	487000	688000	688000	976000	976000	1342000
3-7/8	98	23-1/4	14	82-1/4	2-15/32	12000	13	505000	712000	712000	1011000	1011000	1400000
4	102	24	14-3/8	84	2-5/8	12700	13	524000	737000	737000	1047000	1047000	1460000
4-1/8	105	24-3/4	14-11/16	86-3/4	2-11/16	13500	13	544000	763000	763000	1084000	1084000	1523000
4-1/4	109	25-1/2	15-3/16	89-1/2	2-3/4	14300	13	565000	790000	790000	1122000	1122000	1588000
4-3/4	111	26-1/4	15-9/16	91-1/4	2-7/8	15200	13	587000	817000	817000	1161000	1161000	1655000
4-1/2	114	27	16	93	2-15/16	16100	13	610000	845000	845000	1201000	1201000	1725000
4-5/8	117	27-3/4	16-7/16	95-3/4	3	17000	13	634000	874000	874000	1242000	1242000	1797000
4-3/8	120	28-1/2	16-7/8	98-1/2	3-1/8	18000	13	659000	904000	904000	1284000	1284000	1872000
4-13/16	122	28-11/16	17	100-7/8	3-1/8	19000	13	685000	935000	935000	1327000	1327000	1950000
4-7/8	124	29-1/4	17-3/8	103-1/4	3-3/16	19800	13	712000	967000	967000	1371000	1371000	2032000
5	127	30	17-3/16	106	3-1/4	20800	13	740000	1000000	1000000	1416000	1416000	2118000
5-1/8	130	30-3/4	18-1/4	110-3/4	3-5/16	22000	13	770000	1034000	1034000	1461000	1461000	2208000
5-3/8	132	31-1/8	18-7/16	114-1/8	3-5/8	23500	13	802000	1069000	1069000	1507000	1507000	2302000
5-7/8	135	32-5/8	19-3/8	119-5/8	3-1/2	24500	13	835000	1105000	1105000	1554000	1554000	2400000
5-5/8	144	33-3/4	20	123-3/4	3-11/16	26100	13	870000	1142000	1142000	1602000	1602000	2502000
5-13/16	148	34-15/16	20-3/4	127-7/8	3-3/4	27600	13	907000	1180000	1180000	1651000	1651000	2608000
6	152	36	21-3/8	130	3-7/8	29100	13	945000	1219000	1219000	1701000	1701000	2718000

Eslabón de unión tipo kenter

3

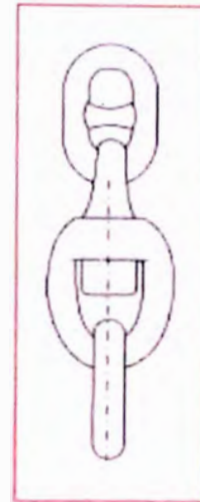
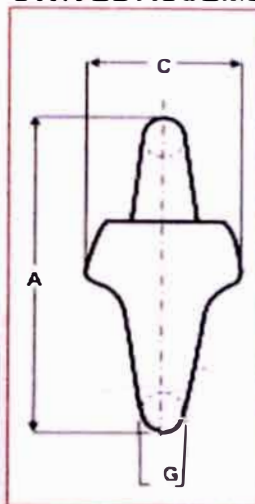
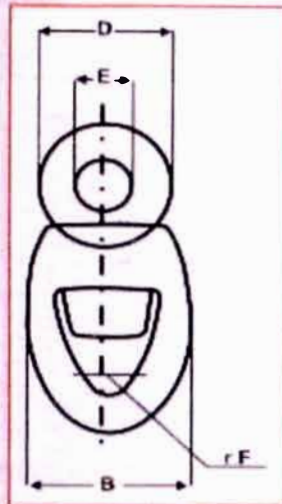
KENTER JOINING SHACKLE



NOMINAL DIAMETER		A	B	C	WEIGHT		PROOF TEST	BREAK TEST
mm	Inches	mm	mm	mm	Kg	Lbs	KGF	KGF
16	5/8	95	67	24	57	1.25	15100	21600
18	3/4	120	86	33.5	1.05	2.40	21600	30500
22	7/8	134	93	33	1.75	3.8	25300	41700
24	15/16	144	101	35	2.7	4.6	34000	48500
28	1	152	137	38	2.6	4.6	55000	54300
29	1 1/8	174	122	45	4.8	6.6	45200	70400
32	1 1/4	192	134	48	5.0	5.7	55000	84800
34	1 3/8	210	145	50	6.5	14.3	70400	130800
36	1 7/16	216	151	55	8.0	17.6	76700	158400
38	1 1/2	228	153	59	8.0	5.0	82300	159000
42	1 5/8	252	175	64	12.0	26.5	102000	143400
44	1 5/4	264	185	67	14.0	30.5	111900	159900
46	1 13/16	276	193	73	15.0	33.7	119800	171300
48	1 7/8	288	202	73	19.0	39.7	130000	195100
51	2	306	214	78	21.0	46.3	145400	237700
54	2 1/8	324	227	82	24.0	52.5	162000	251500
56	2 3/16	326	235	85	25.0	57.3	174000	249300
58	2 1/4	345	244	89	31.0	39.3	185400	295000
60	2 5/8	360	252	91	34.0	75.5	198000	285200
62	2 7/16	372	260	94	38.0	79.8	210000	300000
64	2 1/2	384	269	97	38.0	93.9	223000	319000
67	2 5/8	402	281	102	41.0	93.4	242800	347000
70	2 3/4	420	294	106	52.4	115.7	263500	376400
73	2 7/8	438	307	111	60.0	132.3	285000	407000
76	3	456	319	116	70.0	154.0	309200	440200
78	3 1/16	466	328	119	71.0	156.5	320000	460000
81	3 5/16	504	353	126	80.0	177.8	343300	527600
87	3 7/16	522	365	132	100.0	227.1	385100	564300
89	3 1/2	534	374	130	113.0	249.1	400000	584300
92	3 5/8	552	386	140	115.0	253.5	434900	621200
95	3 3/4	570	390	144	132.0	291.0	467300	660100
102	4	612	428	156	165.0	369.5	522100	746000
108	4 1/4	648	454	164	190.0	421.1	577300	825000
111	4 3/8	666	466	169	213.0	469.6	607000	867200
116	4 1/2	684	479	173	233.0	515.7	637300	910000

IMPORTACIONES GELCO S.A.C.

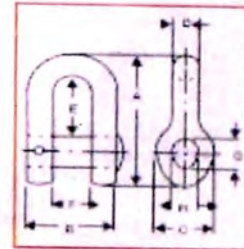
SWIVEL ASSEMBLY

ASSEMBLY WITH A
COMMON LINK EACH END

NOMINAL DIAMETER		A	B	C	D	E	F	G	WEIGHT		PROOF TEST	BREAK TEST
mm	inches	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Kg	Lbs	KGf	KGf
13 - 16	1/2 - 5/8	137	62	62	20	62	12	15	1.35	3	15.100	21.600
17 - 19	1 1/8 - 3/4	173	76	76	27	66	19	19	2.25	5	21.800	30.800
21 - 22	1 3/8 - 7/8	198	80	90	30	75	22	22	3.20	7	29.000	41.700
24 - 29	1 5/8 - 1 1/8	258	102	102	44	94	25	25	6.5	14	43.000	70.600
30 - 35	1 3/4 - 1 3/8	280	110	124	51.8	118	35	35	11.5	25.3	73.700	121.300
38 - 42	1 7/8 - 1 5/8	373	232	116	145	62	32	45	28.5	63.1	132.000	173.600
43 - 46	1 7/16 - 7/8	430	230	165	162	72	30	50	66.3	145.5	190.000	265.100
48 - 56	1 15/16 - 2 1/4	515	278	230	212	84	39	65	134.3	299.3	254.000	355.000
59 - 67	2 5/16 - 2 5/8	575	357	290	235	92	46	68	162.3	361.1	242.000	347.000
68 - 72	2 11/16 - 2 7/8	650	345	290	256	102	55	79	231.0	508.0	260.000	407.000
75 - 78	2 13/16 - 3 1/8	757	370	325	287	108	62	84	276.0	608.0	332.000	474.000
81 - 86	3 1/16 - 3 3/8	760	420	272	310	122	67	95	336.0	745.8	384.000	549.000
87 - 92	3 7/16 - 3 5/8	800	450	290	320	130	67	96	376.0	828.9	438.000	621.000
94 - 98	3 11/16 - 3 7/8	882	460	330	354	152	65	118	557.0	1228.0	490.000	700.000
100 - 102	3 15/16 - 4	918	480	348	368	148	65	122	672.0	1489.0	527.000	746.000
105 - 111	4 1/8 - 4 3/8	1000	550	378	433	180	74	88	767.0	1707.0	607.000	867.000
114	4 1/2	1025	542	380	417	185	76	127	871.0	1926.0	637.000	910.000

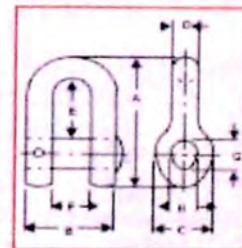
END SHACKLES

CHAIN SIZE		A	B	C	D	E	F	G	H	WEIGHT Lbs
Inches	mm									
1/2 - 5/8	13-25	5-1/8	3-1/4	2	13-1/8	2-3/4	1-5/8	1-1/8	1	2
11/16 - 3/4	17-19	6-1/4	4	2-3/8	1	3-1/8	2	1-3/8	1-1/8	5
13/16 - 7/8	21-22	7-1/4	4-1/2	2-5/8	1-1/8	3-5/8	2-1/4	1-5/16	1-1/4	7.5
15/16 - 1	24-25	7-7/8	4-7/8	3	1-1/4	3-7/8	2-3/8	1-3/4	1-3/8	10
1-1/8 - 1-1/8	27-29	8-5/8	5-3/8	3-3/8	1-3/8	4-1/4	2-5/8	1-13/16	1-7/2	14
1-3/8 - 1-1/8	30-32	8-3/8	5-7/8	3-5/8	1-1/2	4-5/8	2-7/8	2-1/8	1-3/4	19
1-5/8 - 1-3/8	33-34	10-3/8	6-1/2	4-1/4	1-3/4	5-1/8	3	2-1/2	2	27
1-7/8 - 1-1/2	37-38	11-1/2	6-7/8	4-3/4	1-7/8	5-3/8	3-1/8	2-3/4	2-1/4	34
1-5/8 - 1-5/8	40-41	12-1/4	7-5/8	5	2	5-3/4	3-3/8	2-13/16	2-3/8	40
1-11/16 - 1-3/4	43-44	13-3/4	8-7/8	5-1/4	2-1/4	6-1/8	3-5/8	3-1/8	2-7/2	52
1-13/16 - 1-7/8	46-48	14-5/8	9-3/4	6	2-1/2	6-3/4	3-3/4	3-1/2	2-7/8	76
1-5/8 - 2-1/8	49-54	15-7/8	9-1/2	6-3/8	2-3/4	7-1/8	4	3-7/8	3-1/8	100
2-1/8 - 2-3/8	56-60	17-3/8	10-3/8	7-1/4	3	7-3/4	4-3/8	4-1/4	3-3/8	131
2-7/8 - 2-5/8	62-67	19-1/8	11-1/8	8	3-1/4	8-3/4	4-5/8	4-5/8	3-3/4	170
2-11/16 - 2-7/8	68-73	20-1/2	12-3/8	8-3/8	3-5/8	9-1/8	5-1/8	5	4	212
3 - 3-1/8	76-79	22-5/8	13-1/4	9-3/8	4	9-7/8	5-1/4	5-3/8	4-1/2	293
3-1/4 - 3-3/8	83-85	24	13-7/8	10-1/4	4-1/4	10-1/2	5-3/8	6	4-7/8	368
3-1/2	89	25-1/2	14-3/4	10-7/8	4-1/2	11-1/8	5-3/4	6-5/8	5-1/16	437
3-3/4	95	27-5/8	16	11-3/4	4-7/8	12	6-1/4	6-13/16	5-3/4	582



OVAL PIN JOINING SHACKLES

CHAIN SIZE		A	B	C	D	E	F	G	H	WEIGHT Lbs
Inches	mm									
1/2 - 5/8	13-25	5-1/8	3-1/4	2	13-1/8	2-3/4	1-5/8	1-1/8	1	2
11/16 - 3/4	17-19	6-1/4	4	2-3/8	1	3-1/8	2	1-3/8	1-1/8	5
13/16 - 7/8	21-22	7-1/4	4-1/2	2-5/8	1-1/8	3-5/8	2-1/4	1-5/16	1-1/4	7.5
15/16 - 1	24-25	7-7/8	4-7/8	3	1-1/4	3-7/8	2-3/8	1-3/4	1-3/8	10
1-1/8 - 1-1/8	27-29	8-5/8	5-3/8	3-3/8	1-3/8	4-1/4	2-5/8	1-13/16	1-7/2	14
1-3/8 - 1-1/8	30-32	8-3/8	5-7/8	3-5/8	1-1/2	4-5/8	2-7/8	2-1/8	1-3/4	19
1-5/8 - 1-3/8	33-34	10-3/8	6-1/2	4-1/4	1-3/4	5-1/8	3	2-1/2	2	27
1-7/8 - 1-1/2	37-38	11-1/2	6-7/8	4-3/4	1-7/8	5-3/8	3-1/8	2-3/4	2-1/4	34
1-5/8 - 1-5/8	40-41	12-1/4	7-5/8	5	2	5-3/4	3-3/8	2-13/16	2-3/8	40
1-11/16 - 1-3/4	43-44	13-3/4	8-7/8	5-1/4	2-1/4	6-1/8	3-5/8	3-1/8	2-7/2	52
1-13/16 - 1-7/8	46-48	14-5/8	9-3/4	6	2-1/2	6-3/4	3-3/4	3-1/2	2-7/8	76
1-5/8 - 2-1/8	49-54	15-7/8	9-1/2	6-3/8	2-3/4	7-1/8	4	3-7/8	3-1/8	100
2-1/8 - 2-3/8	56-60	17-3/8	10-3/8	7-1/4	3	7-3/4	4-3/8	4-1/4	3-3/8	131
2-7/8 - 2-5/8	62-67	19-1/8	11-1/8	8	3-1/4	8-3/4	4-5/8	4-5/8	3-3/4	170
2-11/16 - 2-7/8	68-73	20-1/2	12-3/8	8-3/8	3-5/8	9-1/8	5-1/8	5	4	212
3 - 3-1/8	76-79	22-5/8	13-1/4	9-3/8	4	9-7/8	5-1/4	5-3/8	4-1/2	293
3-1/4 - 3-3/8	83-85	24	13-7/8	10-1/4	4-1/4	10-1/2	5-3/8	6	4-7/8	368
3-1/2	89	25-1/2	14-3/4	10-7/8	4-1/2	11-1/8	5-3/4	6-5/8	5-1/16	437
3-3/4	95	27-5/8	16	11-3/4	4-7/8	12	6-1/4	6-13/16	5-3/4	582



Grapas para cable forjadas

7

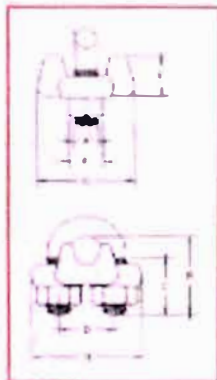
Cada base lleva forjado, el código de identificación del producto.
 Los tamaños de 1/8" a 2-1/2" tienen bases forjadas.
 Toda la grapa es galvanizada para resistir la acción corrosiva y oxidante.
 Todas las grapas se empaquetan y etiquetan individualmente con las instrucciones de aplicación y las advertencias apropiadas.
 Las grapas hasta 1-1/2" tienen rosca rolada.

Todas las grapas de tamaño 1/4" y mayores cumplen con la Especificación Federal FF-C-450 TYPE I CLASE 1, excepto por aquellas provisiones exigidas por el contratista.

G-450



G-450



Tamaño Cable (plg)	Peso por 100 (lbs.)	Dimensiones (plg)							
		A	B	C	D	E	F	G	Hd
1/8	6	22	72	44	47	37	38	8	99
3/16	10	25	67	56	50	41	41	9	116
1/4	14	31	63	66	75	66	58	11	143
5/16	20	38	58	75	88	73	69	13	166
3/8	28	44	56	75	100	81	75	16	194
7/16	38	50	66	100	119	113	88	19	226
1/2	50	59	88	100	119	113	88	19	226
5/8	66	66	100	125	131	134	94	23	256
3/4	84	62	125	134	150	139	106	25	284
7/8	112	73	132	132	175	168	125	24	316
1	150	75	150	131	188	177	125	23	342
1-1/8	200	75	188	200	200	191	125	29	355
1-1/4	260	88	188	222	231	217	144	31	412
1-3/8	340	88	188	222	238	231	144	31	416
1-1/2	440	88	188	239	259	244	144	31	444
1-5/8	560	100	200	262	275	266	160	33	475
1-3/4	700	113	200	275	306	290	181	33	524
2	900	125	200	300	339	320	200	44	580
2-1/4	1200	125	219	319	389	375	200	46	638
2-1/2	1500	125	239	344	413	390	200	46	693
2-3/4	1900	125	239	359	438	409	200	46	739
3	2400	144	239	389	475	444	200	51	791
3-1/2	3000	150	275	430	500	500	238	61	835

* Pesos en U y fuerzas electrochapados. La base de la de 2-3/4" y 3-1/2" es de acero fundido.

Cada base lleva forjado, el código de identificación.
 Toda la grapa está hecha en acero inoxidable 316 para resistir la acción corrosiva y oxidación.
 Todos los componentes están pulidos para evitar imperfecciones en el acabado.
 Todas las grapas se empaquetan y etiquetan individualmente con las instrucciones de aplicación y las advertencias apropiada.

SS-450
 GRAPAS DE
 ACERO
 INOXIDABLE
 "316"
 PARA CABLES
 SS-450

Tamaño Cable (plg)	Peso por 100 (lbs.)	Dimensiones (plg)							
		A	B	C	D	E	F	G	H
1/8	6	22	72	44	47	41	38	8	99
3/16	10	25	67	56	50	50	41	9	116
1/4	14	31	63	66	75	66	59	11	144
3/8	20	38	58	75	100	81	75	16	184
1/2	28	44	66	100	119	113	88	19	226
5/8	38	50	88	100	119	113	88	19	226
3/4	50	59	100	125	131	134	94	23	256



Grilletes Perno Roscado

Los grilletes son templados y revenidos y cumplen con los requisitos de impacto de DNV a 42 joules a -20°C.
 Carga límite de trabajo indicado en cada grillete.
 Forjados, templados y revenidos, con perno de aleación.
 Capacidad de 1/3 a 55 toneladas métricas.
 Busque el perno Rojo.
 Galvanizado por inmersión en caliente o de color natural.
 Con factor de seguridad para fatiga.

GRILLETES PARA ANCLA



G-209

Los grilletes tipo ancla por perno (G-209) cumplen con la Especificación Federal (Bridgman 2710) y con el Grado A. Usado especialmente por las compañías de cables de control.

GRILLETES PARA CADENA



G-210

Los grilletes de perno, usados para cadena, cumplen la Especificación Federal (Bridgman 2710), tipo MS, Grado A. Usado especialmente en las aplicaciones de grúas de control.



G-209 S-209

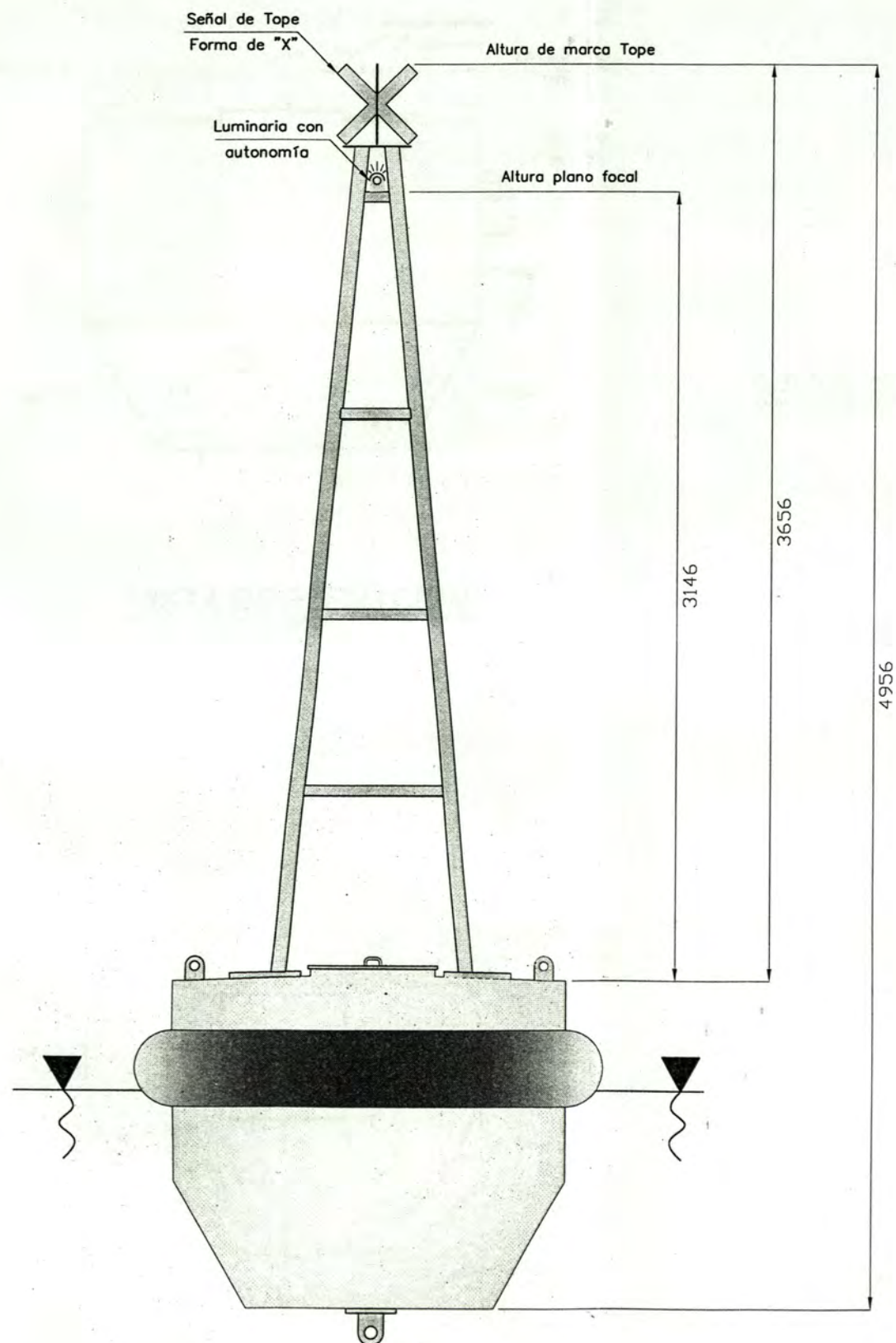
Tamaño Nominal (plg)	Carga límite de trabajo (T)	Peso c/u (lbs.)	Dimensiones (plg)													Tolerancia ±	
			A	B	C	D	E	F	G	H	L	M	P	C	A		
3/16	175	38	38	25	66	19	60	76	96	147	16	12	19	00	14		
1/4	35	110	47	31	113	25	78	61	126	184	19	13	25	06	06		
5/16	54	19	53	38	122	31	84	73	147	239	23	16	31	06	06		
3/8	1	31	66	44	144	38	103	91	176	249	25	20	39	13	06		
7/16	112	38	75	50	169	44	116	106	205	291	31	23	44	13	06		
1/2	2	72	81	63	188	50	133	119	231	326	35	26	53	13	06		
5/8	3-14	137	108	75	238	63	169	150	294	419	44	34	59	13	06		
3/4	4-34	235	125	88	281	75	208	181	350	497	50	39	81	25	06		
7/8	6-12	362	144	100	331	88	228	209	403	593	50	49	107	25	06		
1	8-12	503	185	113	375	100	268	230	469	650	50	57	139	25	06		
1-1/8	9-12	711	181	125	425	116	287	260	516	747	53	59	125	25	06		
1-1/4	12	856	203	139	469	129	325	300	575	825	59	66	138	25	06		
1-3/8	13-12	1353	225	150	523	142	362	331	638	918	75	68	150	25	13		
1-1/2	17	1720	238	163	575	154	388	363	688	1000	81	73	162	25	13		
1-3/4	25	2776	288	200	700	184	508	479	886	1234	100	98	225	25	13		
2	35	4500	325	225	775	208	575	491	997	1399	122	113	240	25	13		
2-1/2	50	8575	413	275	1050	271	735	600	1247	1784	138	120	310	25	25		



G-210 S-210

Tamaño Nominal (plg)	Carga límite de trabajo (T)	Peso c/u (lbs.)	Dimensiones (plg)											Tolerancia ±	
			A	B	C	D	E	F	G	K	L	M	Q	A	
1/4	15	11	37	31	25	25	37	61	88	50	19	13	06	06	
5/16	34	17	52	38	31	31	116	75	103	51	20	16	30	06	06
3/8	1	38	66	44	38	38	147	91	125	230	23	20	33	13	06
7/16	112	43	76	50	44	103	106	144	206	31	23	13	06	06	
1/2	2	58	81	63	50	131	119	163	232	35	26	13	06	06	
5/8	3-14	126	108	75	82	63	237	190	260	375	44	34	13	06	06
3/4	4-34	233	125	88	81	75	275	181	238	453	50	39	25	06	06
7/8	6-12	370	144	100	97	88	318	200	287	533	50	49	107	25	06
1	8-12	475	165	113	100	100	368	230	316	594	50	57	139	25	06
1-1/8	9-12	675	181	125	126	113	430	269	358	678	62	59	125	25	06
1-1/4	12	808	203	139	138	125	453	300	394	750	69	66	138	25	13
1-3/8	13-12	1163	225	150	138	138	533	331	438	808	75	68	150	25	13
1-1/2	17	1585	238	163	162	150	538	362	491	938	81	73	162	25	13
1-3/4	25	2875	288	200	200	175	638	479	575	1097	100	98	225	25	13
2	35	4231	325	225	212	230	725	491	675	1228	122	113	240	25	13
2-1/2	50	7175	413	275	262	262	938	568	690	1684	138	120	310	25	25

NOTA: La carga probada máxima es 2.0 veces la carga límite de trabajo. La carga de ruptura es 6 veces la carga límite de trabajo. Sobre la reducción de la carga límite de trabajo cobrada a aplicaciones de carga alterna.





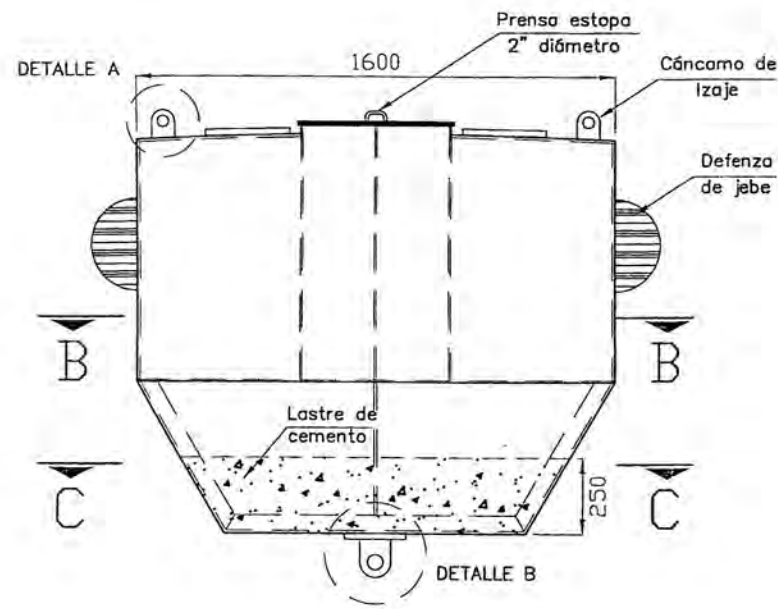
ESPECIFICACIONES

DIÁMETRO CILINDRO:	1600 mm.
DIÁMETRO INFERIOR:	1000 mm.
PESO CON EQUIPOS Y SIN LASTRE:	978.40 Kg.
PESO DEL LASTRE:	457.71 Kg.
DENSIDAD DEL CEMENTO:	1,800 kg/m ³
PESO TOTAL:	1,436.65 Kg.
FRANCOBORDO (MÁX.):	438 mm.
FRANCOBORDO (MÍN.):	290 mm.
CARGA MÁXIMA DE FONDEO:	1500 Kg.

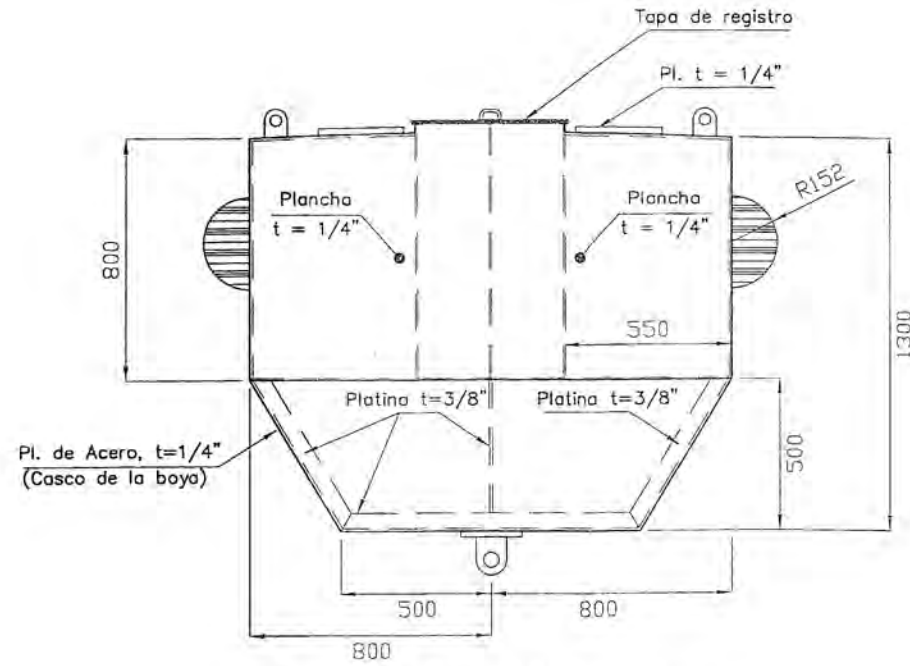
NOTA: EL CASCO DE LA BOYA ES DE ACERO NAVAL (ASTMA - 131), CON PLANCHAS DE $\frac{1}{4}$ PULG., Y EL DE LOS MAMPAROS ESTANCOS ES ACERO ESTRUCTURAL DE $\frac{1}{4}$ PULG. (ASTM A - 30).

NOTA: CASTILLO DE ALUMINIUM MARINO, SE DEBERÁ CONSIDERAR UNA SEPARACIÓN CON JEBES PARA EVITAR LA CORROSIÓN GALVÁNICA.

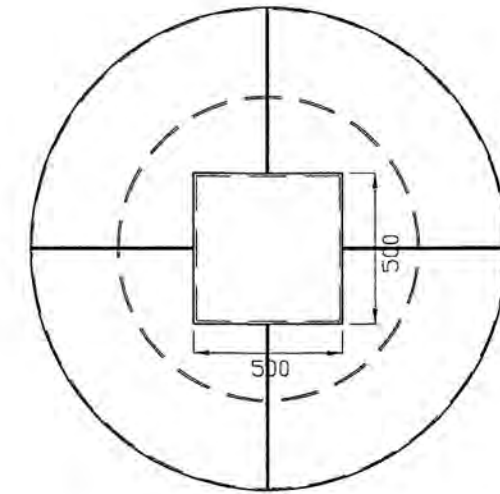
NOMBRE DEL PROYECTO:			BOYA OCEANOGRÁFICA		
NOMBRE DEL PLANO:		VISTA DE ELEVACIÓN DE BOYA		PROPIETARIO:	
				 pluspetrol	
N° PLANO:	B - 01	DIBUJADO:	Hans Calderón	APROBADO:	David Cervetto
FECHA:	12/06/2008	DISEÑADO:	Hans Calderón	 GLOBAL GROUP S.A. Av. Tomás Marsano 1368 Lima - Miraflores Teléfono: 446-4627 Fax: 255-7739	
ESCALA:	1:25	REVISIÓN:	--		



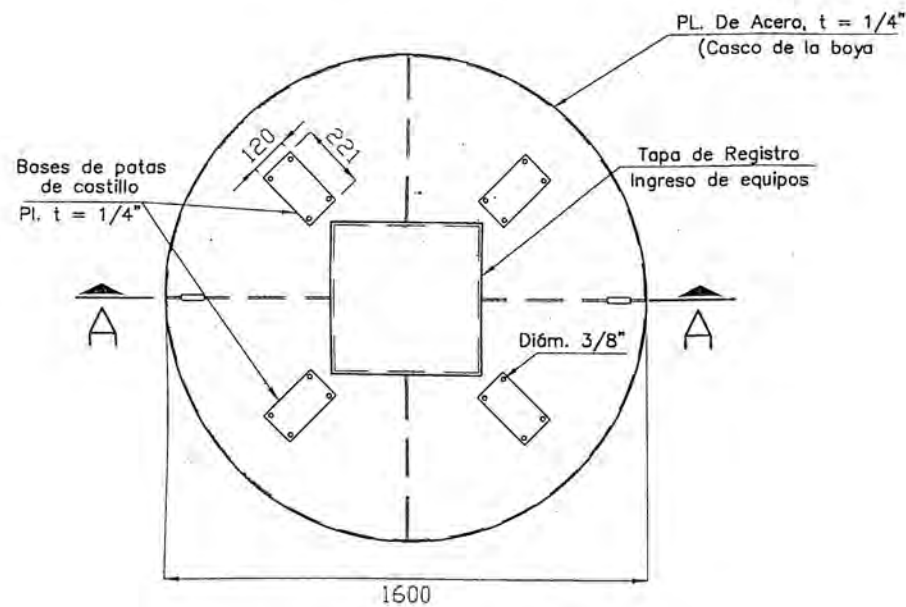
VISTA DE ELEVACIÓN



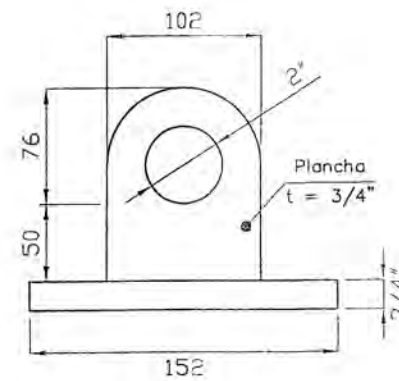
CORTE A-A (MAMPARO)



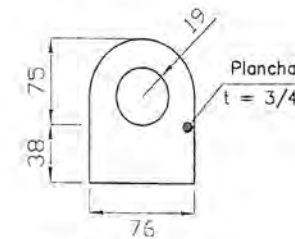
CORTE B-B



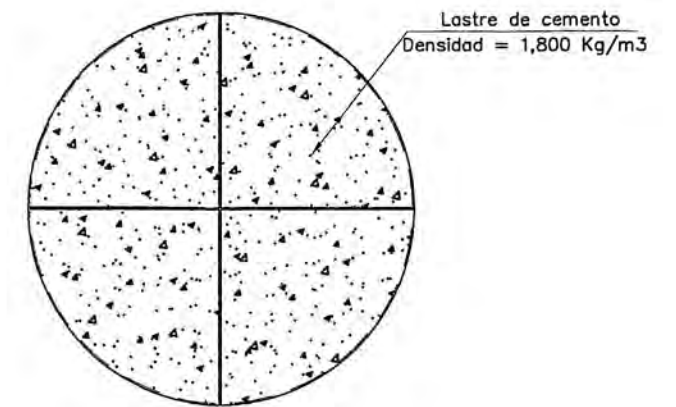
VISTA DE CUBIERTA



**DETALLE B
ESC: 1:5**



**DETALLE A
ESC: 1:5**



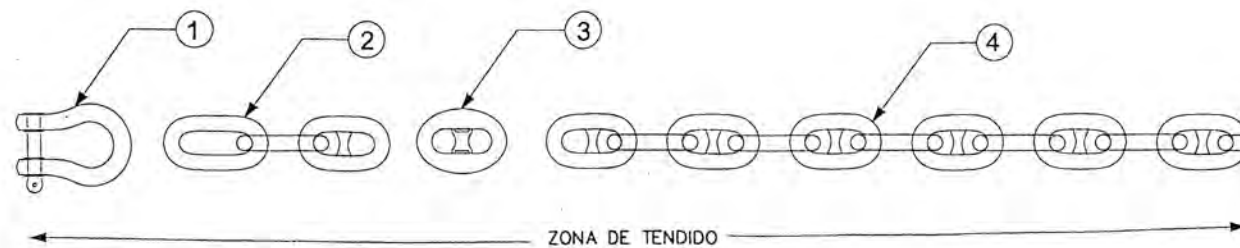
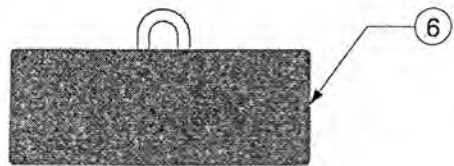
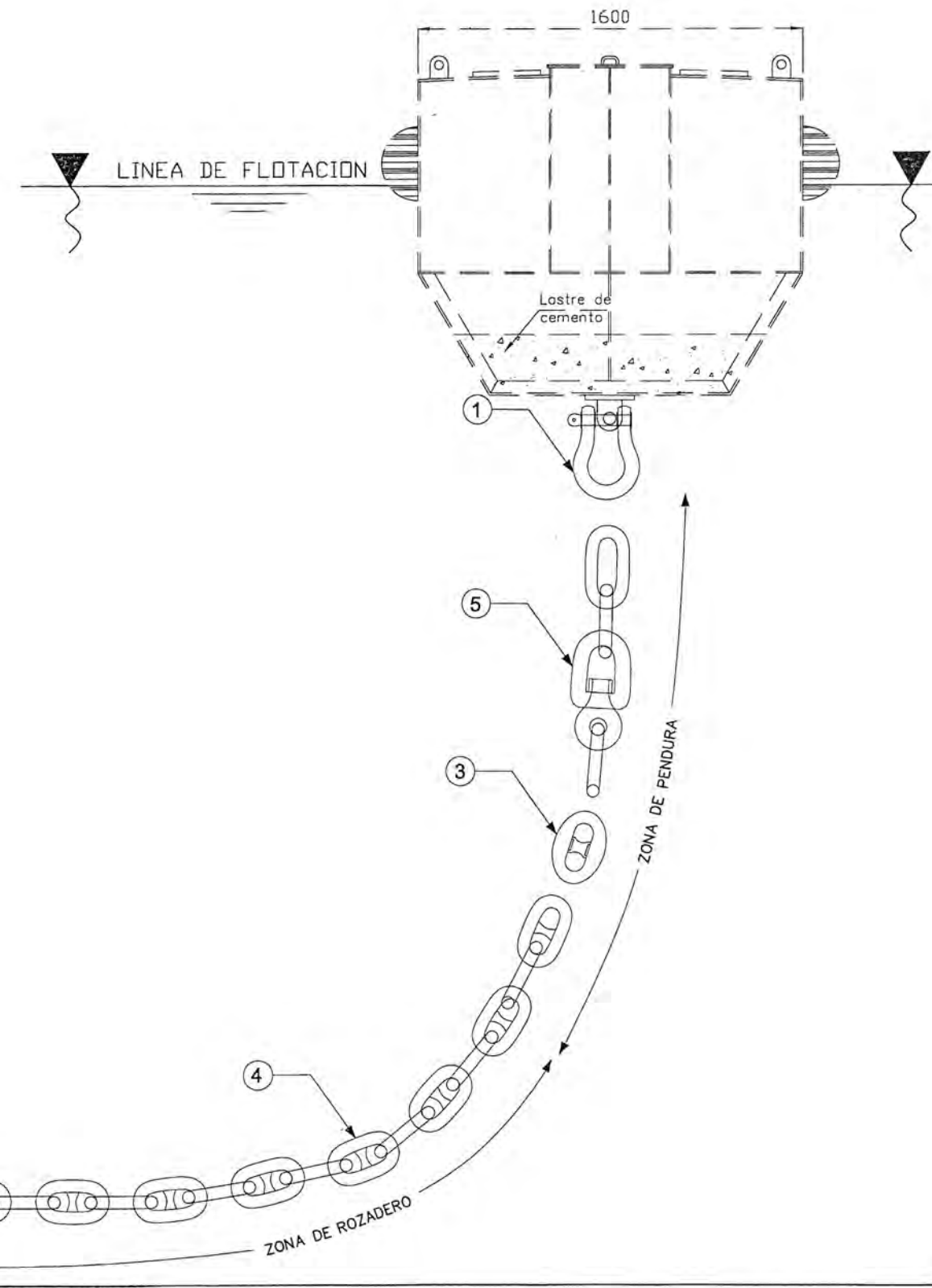
CORTE C-C

NOMBRE DEL PROYECTO: BOYA OCEANOGRÁFICA		
NOMBRE DEL PLANO: ESTRUCTURA GENERAL DE BOYAS		PROPIETARIO: pluspetrol
N° PLANO: B - 02	DIBUJADO: Hans Calderón	APROBADO: David Cervetto
FECHA: 12/06/2008	DISEÑADO: Hans Calderón	GLOBAL GROUP S.A. Av. Tomás Marsano 1368 Lima - Miraflores Teléfono: 446-4627 Fax: 255-7739
ESCALA: 1:25	REVISIÓN: --	

SISTEMA DE AMARRE

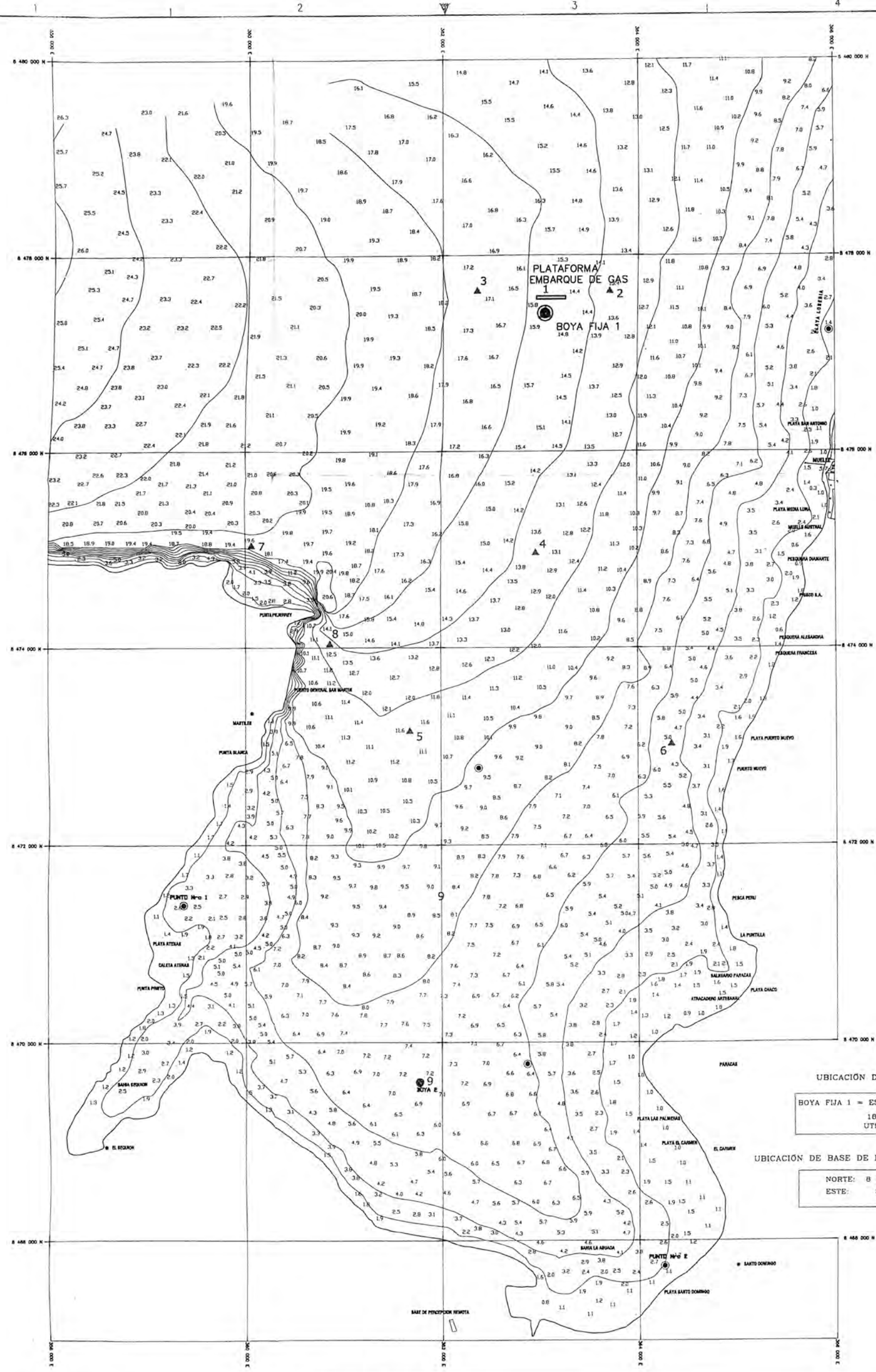
NOTA:

- > Las Cadenas son eslabonadas con concreto de grado 2, fierro negro y clasificada por la L.R.S.
- > Los accesorios de cadena son de grado 2, fierro negro y clasificada por la L.R.S.
- > El muerto de amarre es de concreto armado.



Nº	DESCRIPCIÓN	CANT.
7		
6	Sinker o muerto de fondeo de 2.0 Tons.	01
5	Eslabón giratorio o Swibel de 3/4 Pulg.	01
4	Cadena eslabonada con concreto de 50 m., 3/4 Pulg.	01
3	Enlace tipo Kenter de 3/4 Pulg.	02
2	Enlace común de 3/4 Pulg.	01
1	Grillete tipo Lira de 3/4 Pulg.	02
Nº	DESCRIPCIÓN	CANT.

NOMBRE DEL PROYECTO: BOYA OCEANOGRÁFICA		
NOMBRE DEL PLANO: SISTEMA DE AMARRE		PROPIETARIO: pluspetrol
Nº PLANO: B - 03	DIBUJADO: Hans Calderón	APROBADO: David Cervetto
FECHA: 12/06/2008	DISEÑADO: Hans Calderón	GLOBAL GROUP S.A. Av. Tomás Marsano 1368 Lima - Miraflores Teléfono: 446-4627 Fax: 255-7739
ESCALA: 1:25	REVISIÓN: --	



UBICACIÓN DE BOYAS
 BOYA FIJA 1 = ESTACION MÓVIL
 18 L 0363011
 UTM 8477549

UBICACIÓN DE BASE DE PERCEPCIÓN REMOTA
 NORTE: 8 467147.80
 ESTE: 362093.96

LEYENDA

CURVA MAESTRA	CURVA INTERNA	CURVA EN DEPRESION	RIO	QUEBRADA SECA	ARBOLES	PANTANO	TERRENO DE CULTIVO	PARED / MURO	CERCO	CONSTRUCCION	LADINA	ACERCA	CANAL	CARRERA ASFALTADA	CAMINO DE HERRADURA	PUNTO DE COTA	COTA DE SONDAJE	BOYA FIJA	BOYA MOVIL	ESTACION OCEANOGRAFICA

CUADRICULA: UTM CADA 2000 METROS, ZONA 18
 PROYECCION: TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM VERTICAL: NIVEL MEDIO DEL MAR
 DATUM HORIZONTAL: SISTEMA GEODESICO MUNDIAL (WGS) 84

INTERVALO DE CURVA 2 Mts.
 ESCALA 1: 20,000



NOMBRE DEL PROYECTO: BOYA OCEANOGRÁFICA		PROPIETARIO:
NOMBRE DEL PLANO: UBICACIÓN DE LA BOYA		APROBADO: David Cervetto
N° PLANO: B - 04	DIBUJADO: Raúl Rodriguez	GLOBAL GROUP S.A. Av. Tomás Marsano 1368 Lima - Miraflores Teléfono: 446-4827 Fax: 255-7739
FECHA: 12/06/2008	DISEÑADO: Raúl Rodriguez	
ESCALA: 1:25	REVISIÓN: --	REVISADO: David Cervetto