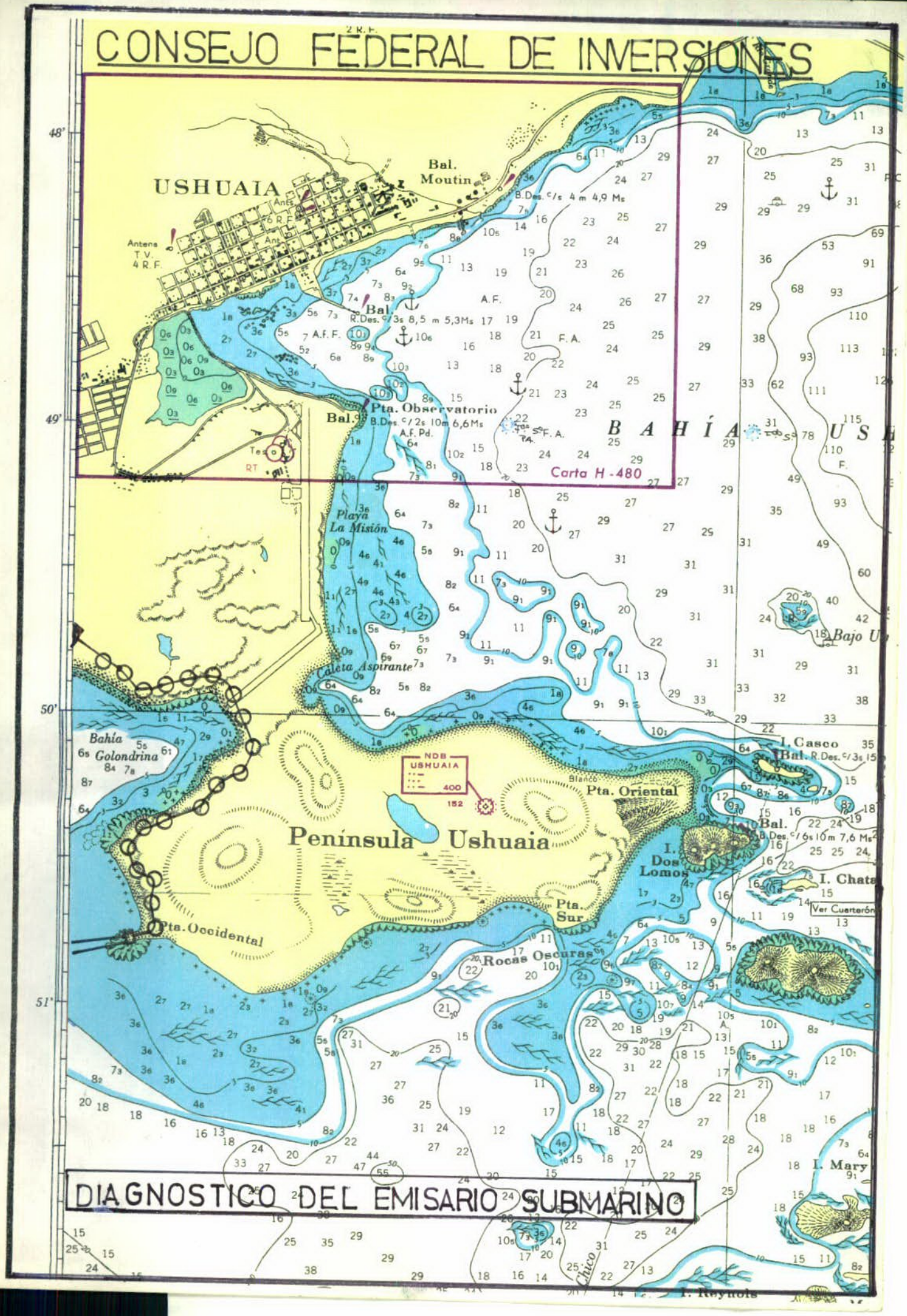
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES



DIAGNOSTICO DEL EMISARIO SUBMARINO

Miguel Angel Marzinelli
INGENIERO CIVIL Y SANITARIO

Buenos Aires, octubre 19 de 1992.-

C. F. I.
INGRESO
19/OCT/1992
N° 6846

Señor Secretario General del
Consejo Federal de Inversiones.
Ing°. Juan José Ciácera
PRESENTE.

Ref: EXPTE: 1584=Proyecto de un sistema de evacuación de líquidos cloacales.-Ushuaia-Tierra del Fuego. Presentación del Informe Final.

De mi mayor consideración:

En cumplimiento de lo estipulado en la Cláusula Vigésimo quinta del Contrato de la referencia, hago entrega de cuatro ejemplares del Informe Final, que contiene una reseña de los trabajos realizados, las conclusiones y recomendaciones que surgieron de los estudios efectuados, las memorias de cálculo, cómputos y presupuesto de las obras y los correspondientes planos.-

Solicito que una vez revisado por ese Consejo, y de no mediar objeciones, se preste la aprobación definitiva, estando a disposición de Uds. para evacuar cualquier consulta y hacer las rectificaciones o ampliaciones que se me instruyan.-

Hago propicia esta oportunidad para reiterar al Señor Secretario General, las expresiones de mi mayor consideración.-

Ing°Miguel Angel Marzinelli

Adj. Lo indicado

Talcahuano 871, 2° Piso E (1013) Buenos Aires - Tel. 325-2209 / 312-1448
Posadas 960 - 3260 Concepción del Uruguay - Entre Rios Tel. (0442) 28001

37060

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Estudio y Proyecto de un Sistema Integral de Evacuación de Líquidos Cloacales para la Ciudad de Ushuaia. - Provincia de Tierra del Fuego.-Diagnóstico del Emisario Submarino.-

INFORME FINAL

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA
Dr. Manuel Belgrano

Buenos Aires,octubre 15 de 1992.-

0/F 3319
M 11 est

X 15
+ 12

I N D I C E

Página	Descripción
1	-Conclusiones y Recomendaciones-Resumen.
2	-Conclusiones.
3	-Recomendaciones.
5	-Personal Entrevistado.
6	-Informe Final-Introducción.
7	-Enfoque General del Problema.
9	-Condiciones Climáticas.
9	-Sistema de Provisión de Agua Potable.
9	-Crecimiento Poblacional.
10	-Líquido cloacal
10	-Características de los líquidos cloacales.-
11	-Bahía de Ushuaia.
11	-Capacidad Receptiva del Mar.
14	-Estudios Oceanográficos.
15	-Proyecto de Ingeniería Existente.
16	-Verificación de los Difusores.
21	-Sólidos y substancias flotables.
23	-Variante prolongación cloaca máxima y construcción nuevo emisario submarino con sus correspondientes difusores.
24	-Estimación de Costos.
24	-De sala de tamices
25	-De emisario submarino
25	-Comentarios finales
26	-Bibliografía Consultada.
	-Anexos I y II - Fotografías y Condiciones climáticas
	-Anexo III - Crecimiento Poblacional.
	-Anexos IV y V - Análisis de líquidos cloacales y agua de mar.
	-Anexo VI - Estudios Oceanográficos.

-Anexo VII-Memoria de Cálculos Hidráulicos.

-Anexo VIII - Gráficos de Solubilidad de Oxígeno y Salinidad del agua de mar.

-Anexo IX - Cálculo de la dilución en los difusores existentes.

-Anexo X - Diseño Sala de Tamices y Nuevo Emisario Submarino.

-Anexo XI-Cómputos Métricos y Presupuestos

-Anexo XI - Planos de Obras Proyectadas.

1.- Conclusiones y Recomendaciones.

1.1.- Resumen

El Estudio y Proyecto de un Sistema Integral de Evacuación de Líquidos Cloacales para la Ciudad de Ushuaia y el Diagnóstico del Emisario Submarino,fue realizado entre el 14 de septiembre de 1992 y el 14 de octubre de 1992,en cumplimiento de un Contrato firmado entre el Consejo Federal de Inversiones y el Suscripto, con fecha agosto 31 de 1992.-

El Plan de Tareas desarrollado comenzó con un viaje a la Ciudad de Ushuaia,realizado entre los días 14 y 17 de septiembre,circunstancia que permitió reconocer "in situ" el funcionamiento actual del sistema cloacal,visitar las obras ejecutadas y no habilitadas,e intercambiar con funcionarios provinciales de primer nivel los primeros comentarios relativos al tema bajo estudio y esbozar algunas de las posibles soluciones.-También se revisó información adicional suministrada por las distintas reparticiones provinciales con las que se tomó contacto.-

Al regreso del viaje,se prosiguió con la recopilación y evaluación de toda la información oceanográfica producida en relevamientos llevados a cabo en el año 1977 y los ulteriores estudios realizados conjuntamente por el Departamento Oceanografía del Servicio de Hidrografía Naval y el Centro Austral de Investigaciones científicas hacia fines del año 1988.-

Se recabó además para su estudio,los resultados de análisis físicos,químicos y bacteriológicos practicadas a varias muestras de agua de mar,como así también del líquido cloacal.-

Analizada la información citada se procedió a revisar el proyecto de ingeniería existente en sus aspectos hidráulicos y sanitarios, poniéndose mas énfasis en la parte final del sistema comprendida entre la segunda estación elevadora y los difusores que rematan el emisario submarino.-

Cumplida esta etapa de análisis integral del problema y cuantificados los valores esenciales del mismo,se procedió a desarrollar el proyecto de alternativas,consistente la primera en la instalación de una sala de microtamices rotatorios destinados a la separación de elemntos flotables y una segunda que prevé,partiendo de la cámara de descarga actul,el tendido de un nuevo emisario y sus corespondientes difusores,con una orientación distinta a la del existente y con una mayor capacidad de dilución del efluente.-

Paralelamente con el desarrollo de las tareas descrptas se fue preparando el Informe Final con sus Anexos,del cual se obtuvieron conclusiones que se resumen a continuación.-

1.2.- Conclusiones.

El sistema de desagües cloacales de la Ciudad de Ushuaia tiene actualmente una buena cobertura,ya que fue acompañando el pujente crecimiento edilicio de ella,lo que obligó a la extensión de las redes de colectoras y colectores hacia nuevas áreas,la ejecución de obras de intercepción de las descargas pluvio-cloacales a la Bahía de Ushuaia,dos estaciones elevadoras con sus obras accesorias y finalmente un emisario submarino con dos difusores emplazado en la Punta Occidental de la Península de Ushuaia.-

Las obras de ampliación y mejoras del sistema demandaron inversiones del orden de los $ 6.000.000-,no habiéndose habilitado aún el interceptor destinado a evitar las descargas actuales de los conductos pluvio-cloacales antes mencinados,la estación elevadora N°1 que al permanecer inactiva hace que los efluentes provenientes de los barrios emplazados en el sector NO también vuelquen sus efluentes en las orillas de la Bahía,ni la estación elevadora N°2 con sus conductos de descarga,el emisario submarino y los difusores,que también obliga a una descarga en la Bahía Golondrina , mediante un "by-pass" derivado de la BR-19, próxima a la citada estación elevadora N°2.-

Esta circunstancia da lugar a la contaminación en todos los sitios de vertimiento señalados,conspirando con los principios sanitarios establecidos para protección de los cuerpos receptores y sus orillas.-

Las mareas observadas en la Canal de Beagle son de tipo semidiurno,presentando dos crecientes y dos bajantes por día,con sensible diferencia de amplitud.-
Las velocidades por ellas generadas son de mediana magnitud,alcanzando un máximo de 4,8 cm/seg en dirección SE, valor que se reduce a 0,8 cm/seg cuando se dirige hacia la dirección NE,es decir hacia la Bahía Golondrina,cerrando el ciclo con velocidad de 2,5 cm/seg en dirección SE.-

Las corrientes de superficie,fundamentalmente afectadas por el viento,están preferentemente dirigidas hacia mar afuera,con una velocidad de 2,8 cm/seg frente a la Punta Occidental,lugar donde también se registraron las velocidades indicadas mas arriba.-

Información suministrada por el Servicio Meteorológico Nacional,obtenida durante el período 1971-1980,indica que no se registran vientas durante un 52,7 % del año y el de mayor frecuencia que alcanza al 23,6 % del año,se dirige al NE con una velocidad media de 31 Km/hora.-

Los vientos con dirección N y NW,que se dirigen desde la Punta Occidental hacia la Bahía Golondrina ocupan un 5,3 % del tiempo a una velocidad media de 30 Km/h y un 0,9 % del tiempo a una velocidad media de 19 Km/h,respectivamente.-

En los cuadrantes E ; SE ; S ; SW y W la velocidad de los vientos varía entre 20 y 31 Km/h con una prevalencia total del 17,5 % del año.-

La tasa de decaimiento de bacterias T_{90} = 2,5 horas,fue adoptada en función de los antecedentes consultados basados en mediciones efectuadas en el mar,en sitios donde se proyectaron e instalaron difusores.- A título de ejemplo,estudios realizados por el INCYTH en la Ciudad de Mar del Plata para diseñar un emisario submarino, establcieron un valor de T_{90} = 1,5 horas para la época estival y un T_{90} = 2 horas para la época invernal.-

La utilización del sistema de emisario submarino para la disposición de los líquidos cloacales es correcta y compatible con los requerimientos de calidad del agua de mar en función de los usos prioritarios del área afectada.-

Si bien el emisario submarino existente aparece como de poca longitud al igual que sus difusores que en aras de lograr una mayor dilución inicial debieran poseer mayor longitud,mayor separación entre orificios y menor diámetro de los mismos,emplazándoselo en zonas de mayor profundidad,el análisis efectuado al mismo indica que para una distancia de 1800 metros se alcanzan diluciones totales del orden de 5000,con un remanente de NMP 99/ml de coliformes totales,valor aceptable para el desarrollo de actividades recreativas con contacto secundario,no así para moluscos y mariscos en general.-

Previo al ingreso en el emisario,es conveniente que el líquido cloacal reciba un pretratamiento destinado a la separación de material flotable en razón de la ausencia de estratificación por temperatura,que de existir podría limitar el ascenso de la pluma hasta la superficie del mar.-Este pretratamiento además es aconsejable en resguardo de la estética del lugar.-

Para el mediano plazo se ha proyectado un emisario submarino con distinta orientación y longitud al actual,sus correspondientes difusores,con punto de partida en la cámara de descarga existente

1.3.- Recomendaciones

Como primera medida destinada a mejorar la disposición del líquido cloacal,deben habilitarse la totalidad de las obras ya construídas y aún fuera de servicio,a saber: a) el conducto interceptor,b) la estación elevadora N°1 y su conducto de

impulsión;c) la estación elevadora N°2 con sus obras accesorias, su conducto de impulsión y por gravedad y d) el emisario submarino y sus difusores.-

Con ello podrán eliminarse la totalidad de las descargas que actualmente se hacen en varios puntos de la costa con la consecuente descontaminación de las áreas afectadas.-

Eliminación de las cámaras sépticas domiciliarias de las viviendas que ya están conectadas a la red.-Ello reducirá los volúmenes de las descargas de los camiones tanques atmosféricos que actualmente,en condiciones objetables,descargan en la Bahía Encerrada.

Extender las redes de colectras a áreas que por su densidad de población,comienzan a crear problemas de evacuación de los pozos negros,con lo que se atenuaría la mencionada contaminación de la Bahía Encerrada.-

De mantenerse o incrementarse la frecuencia de descarga de los camiones tanques atmosféricos sería conveniente elegir un sitio de descarga próximo a la estación elevadora N° 2,incorporando los barros recibidos,previo tratamiento adecuado,al sistema general del emisario submarino.-

Una vez habilitado el emisario submarino,será conveniente mantener un programa de monitoreo en el área de influencia,con determinaciones periódicas de Oxígeno Disuelto,temperatura,pH,Sólidos Suspendidos,Sólidos flotables,D.B.O.,Salinidad,especies fito y zooplanctónicas y bacterias coliformes.-

Para el momento en que se requiera la construcción del nuevo emisario,previo a ello deberán efectuarse estudios de suelos de fundación y del comportamiento de los sedimentos a lo largo de la traza del emisario.-Esta información resulta indispensable para la definición de las cotas definitivas del conducto y de los métodos constructivos mas apropiados.-

En el momento en que se encare el saneamiento de la zona NE que incluye al Parque Industrial,será fundamental contar con un registro actualizado de todas las descargas de tipo industrial que se conectarán al nuevo sistema.-

De cada una de ellas deberá disponerse de información confiable sobre consumos de agua,caudales erogados,contenido de substancias grasas y aceites,substancias de acción tóxica,instalaciones de depuración con que cuenta cada industria y condiciones de operación y mantenimiento de las mismas.-

La decisión de construir las instalaciones para la separación de substancias flotables,debe condicionarse a los resultados que arroje el Programa de Monitoreo recomendado.-

PERSONAL ENTREVISTADO

-Ing° Jorge A.Garramuño - Ministro de Obras Públicas

-Arq° Adolfo López - Scretario de Planeamiento,Ciencia y Tecnología

-Arq° Cristián García - Director de Servicios Públicos

-Lic. Scotto - Subsecretario de Gobierno

-Lic. Miguel Angel Mastrocello - Director de Estadísticas y Censo.

-Ing° Carlos Gatica - Director de la Dirección Provincial de Obras y Servicios Sanitarios.

-Ing° Luis Fernández -Director de Ingeniería de la Dirección Provincial de Obras y Servicios Sanitarios.

-Ing° Omar De Luca - Vicepresidente del Instituto Provincial de la Vivienda.

-Arq° Roberto Rimoldi. - Secretario de Obras Públicas de la Municipalidad de Ushuaia.-

-Arq° Silvia Furlán - Municipalidad de la Ciudad de Ushuaia.

-Ing° Alicia D'Angelo - Municipalidad de la Ciudad de Ushuaia.

-Ing° Guillermo F. Haehnel - Representante Técnico de la firma ODISA.

-Ing° Irma S. de Sbarbati - Consejo Federal de Inversiones.

INFORME FINAL

1.- Introducción.

Ushuaia,la ciudad mas austral del mundo,es la capital de la Provincia de Tierra del Fuego y se halla ubicada al pie del cordón montañoso Martial que rodea la Bahía de Ushuaia.-

El aspecto edilicio,en rápida evolución,muestra modernos edificios junto a las antiguas casas de madera y chapa,con techos en pronunciado declive para evitar la acumulación de nieve.-

El sostenido crecimiento económico ocurrido en los últimos años fue acompañado por un sensible aumento de la población estable,a tasas anuales que oscilan alrededor del 10 %.-

La expansión demográfica incrementó paralelamente el parque de viviendas, con la consecuente demanda de ampliación de todos los servicios públicos, entre ellos el de recolección y evacuación de desagües cloacales.-

Existen actualmente dos áreas bien diferenciadas en la cobertura del servicio cloacal ;la primera que abarca la parte antigua de la ciudad que desagua mediante varios conductos pluvio-cloacales,directamente en las orillas de la Bahía de Ushuaia y a la Bahía Encerrada y la segunda que recoge los líquidos de la parte mas nueva de la ciudad,extendida hacia el nordoeste,los que su totalidad son enviados,parte a la Bahía Encerrada y el resto a la costa de laBahía Golondrina,próximo al lugar de emplazamiento del emisario submarino,obra construída y aún no habilitada.-

En distintas etapas,fueron construídas obras de unificación de ambas áreas,consistentes en un conducto interceptor de las antes mencionadas descargas pluvio-cloacales,concurrente a una estación elevadora ubicada sobre la Av.Malvinas Argentinas y Laserre,que a la vez recibe desagües de la parte nueva del sector nordoeste,los que en su totalidad tienen previsto su vuelco en la cloaca máxima de D°= 0,700 m que bordea la Bahía Golondrina y previo desarenado y una segunda elevación, desaguar por gravedad en la Punta Occidental de la Península de Ushuaia, a través de un emisario submarino que remata en dos difusores de D°=0,500 con seis orificios laterales de D°= 0,100m cada uno.-

Estas obras de unificación están construídas en su totalidad desde hace tiempo y aún no han sido habilitadas como se dijo,dando lugar a la disposición de los efluentes en forma inadecuada y en condiciones sanitarias objetables.-

Las áreas sin servicio de colectoras son atendidas periódicamente mediante el empleo de camiones tanques atmosféricos que también recogen los barros de las cámaras sépticas intercaladas en las conexiones de las nuevas viviendas,evacuando su contenido,con un alto tenor de sólidos suspendidos (3500 p.p.m.) y de DBO (3000 ppm),en la Bahía Encerrada,lo que significa una fuerte carga contaminante adicional de sus aguas.-

El sector nordeste de la ciudad,donde se ha instalado un importante parque industrial,no cuenta con servicio de desagües cloacales pero ya se

han iniciado estudios para su vertimiento,independiente del sistema actual,mediante emisario submarino en la Bahía de Ushuaia,previo tratamiento de los desagües domésticos e industriales en una planta depuradora a instalar en terrenos próximos al matadero.-

Las razones de la no habilitación de las obras antes mencionadas,que sin lugar a dudas mejorarían sensiblemente la situación actual,obedece a objeciones planteadas a la ubicación del emisario submarino en la Punta Occidental,presagiando que ello acarrearía un descenso de los niveles actuales de calidad del cuerpo receptos,particularmente en la Bahía Golondrina.-

Es motivo del presente estudio efectuar el diagnóstico del emisario en cuestión y analizar alternativas tendientes a mejorar las condiciones del mar en el sitio de descarga y en los lugares costeros que deben ser protegidos

Se trata de verificar que las obras ejecutadas no constituyen una descarga arbitraria de líquido cloacal en el mar y que el diseño del emisario y sus difusores ha sido concebido para descargar un elemento controlado que no afectará los usos del medio marino en el área afectada por su vertimiento.-

2.-Enfoque General del Problema.

El proyecto destinado a lograr una solución adecuada a la disposición de los desagües cloacales de la Ciudad de Ushuaia se preparó para atender los siguientes objetivos:

2.1.- Formulación de un Plan Director para la totalidad del área urbana de la ciudad y de las zonas tributarias aledañas.-

2.2.- Elección del sistema de volcamiento en el mar tratando de que su alto poder autodepurador,mitigará los agentes contaminantes de la descarga brindando protección a las costas.-

2.3.- Prevención de olores y la no afectación de la estética en el sitio de volcamiento.-

2.4.- Consideración de las etapas constructivas de colectoras e interceptores para satisfacer oportunamente el incremento de la demanda.-

El primero de estos objetivos se ha cumplimentado,ya que existe un Plan Director,que posiblemente deba ser actualizado,pero que cumple con la finalidad de dotar de redes de colectoras y colectores en sucesivas etapas,a aquellas áreas que por su crecimiento edilicio comienzan a densificarse y consecuentemente a contaminar las napas subterráneas y los ríos y arroyos de las cercanías.-

Respecto al segundo de los objetivos,la descarga directa de las aguas servidas al mar,ha sido la solución sanitaria adoptada por la mayoría de las ciudades costeras en el mundo,ya que es evidente que el mar puede y debe ser considerado el destino lógico de los mencionados desagües,ya que son

varios los factores que determinan la capacidad del mar recibir este tipo de descargas contaminantes,entre ellos:

a) Intercambios de masas de agua por efecto de las mareas,con aportes sucesivos de agua fresca con alto contenido de oxígeno disuelto.-

b) Existencia de corrientes favorables capaces de esparcir la deposición de sólidos en suspensión,presentes en los líquidos a descargar,debidas a las mareas y a las inducidas por el viento.-

c) Tasa de decaimiento de bacterias por muerte,floculación y sedimentación.-

d) Estratificación en las capas superficiales del mar por variaciones de temperatura.

La disposición de las aguas residuales en el mar,mediante dispersión y dilución,procura la destrucción de los gérmenes patógenos conjuntamente con la reducción de bacterias coliformes,valiéndose entre otros factores de la tasa de oxígeno disuelto para oxidar la materia orgánica y de otros elementos que configuran la capacidad de un excelente cuerpo receptor como las corrientes marinas,la temperatura,la salinidad,la densidad y la constante reaereación que se produce a través de su superficie.-

En el diseño de un emisario submarino,cuyo objetivo es producir una evacuación sanitaria del efluente valiéndose de las condiciones naturales del mar,deben ponderarse los siguientes elementos:

a) Características físico-químicas y bacteriológicas del líquido a descargar,resultando componentes críticos la concentración de bacterias y de grasas y aceites,que alteran las condiciones sanitarias y estéticas respectivamente.-

b) Magnitud y dirección de las corrientes debidas a las mareas y las residuales debidas al viento,que condicionan el translado de la mezcla líquido residual-agua de mar,produciendo una dilución por intercambio turbulento entre ambas aguas.-

c) Longitud y profundidad adecuadas del difusor para conseguir una mezcla efectiva a la salida del mismo,a efectos de lograr un valor importante de la dilución inicial.

d) Tasa de decaimiento de bacterias en el mar y valor admisible de la concentración de coliformas en los sitios costeros a proteger, circunstancia que se traduce en el tercer factor de dilución.-

e) Temperatura,salinidad,densidad y pH del agua de mar en el lugar de descarga.-

El proyecto del difusor existente se verificará para los caudales extremos de su perído de diseño,resultando elementos condicionantes de su eficiencia la concentración final de coliformes para T_{90} y elemento

críticos los sólidos flotantes,perdiendo importancia ante estos dos parámetros la concentración de sólidos suspendidos y la D.B.O. del líquido a descargar.-

Como comentario final de este punto,cabe agregar que la mayoría de los mares son deficitarios precisamente en el tipo de substancias que introducen los efluentes cloacales.- El medio marino es tóxico a la mayoría de los microorganismos por no resultar su habitat,inhibiendo su sobrevivencia,al tiempo que está ávido de incorporar la materia orgánica que le proporcina tales efluentes.-

3.- Condiciones climáticas.

Las condiciones meteorológicas en la Ciudad de Ushuaia,con valores estadísticos para el período 1971-1980,se consignan en los cuadros y gráficos de los Anexos I y II.-

4.- Sistema de provisión de agua potable.

Abastecen de agua potable a la ciudad,dos plantas de moderna concepción y en excelente estado de mantenimiento,que tienen capacidad para suministrar un caudal de 24.000 m^3/dia.-

La red de distribución tiene amplia cobertura y los sectores altos reciben el agua por medio de un depósito hidroneumático.-

La dotación "per cápita" oscila por encima de los 500 l/hb.día con variaciones horarias de baja amplitud,por lo que los líquidos cloacales resultan diluídos y disponen buen transporte en todo momento.-

5.- Crecimiento poblacional.-

Los volúmenes de líquido a desaguar están directamente relacionados con la población tributaria,por lo que una estimación de la población actual y futura permitirá verificar los parámetros utilizados para el diseño del emisario submarino.-

Las predicciones de crecimiento poblacional estimadas sirven de base para una buena cuantificación de caudales a desaguar como así también de sus cargas orgánicas.-

Es común que los sistemas de desagües cloacales se prevean con un período de diseño que responda al período de saturación de la población, salvo casos como el de Ushuaia,en que tal límite,según las tendencias actuales,puede resultar sumamente elevado.-

Entre los métodos de predicción conocidos se ha utilizado uno de los mas simples;el Malthusiano,que aplica la fórmula del interés compuesto con tasas anuales decrecientes.-

El cálculo de predicción de población hasta el año 2010 se detalla en el Anexo III.-

6.- Líquido cloacal

Resultan elementos fundamentales para el diseño,conocer la cantidad y las características del líquido cloacal.-
La cantidad de líquido cloacal,como se dijo,es una función de la población y del consumo de agua potable,resultando ambos parámetros crecientes en el mediano plazo.-

En la determinación de la calidad del líquido cloacal,interesa fundamentalmente conocer los sólidos suspendidos,la D.B.O. , las grasas y aceites y el número de coliformes (NMP),por tratarse de un líquido doméstico.-

La infomación bacteriológica resulta particularmente importante por la concentración de coliformes y su relación con la probable presencia de patógenos.-

Las conexiones de establecimientos industriales a la red actual es poco significativa,ya que como se señaló anteriormente,los desagües del parque industrial serán tratados y evacuados independientemente del sistema actual.-

En el Anexo IV se acompañan análisis practicados a los líquidos cloacales.-

7.- Características de los líquidos cloacales.

Los análisis que contiene el Anexo IV responden a muestras extraídas de líquidos cloacales crudos vertidos en la Bahía de Ushuaia y en la Bahía Golondrina.-

De su observación se infiere estar ante la presencia de líquidos diluídos (99,98 % de agua) de lo que resulta una reducida concentración de materia orgánica.- (S.S. 170 mg/l y D.B.O. 80 mg/l),valores muy por debajo de la mayoría de los líquidos cloacales del pais,cuyos respectivos valores oscilan alrededor de SS 250 mg/l y D.B.O. 300 mg/l.-

Asimismo se denota una buena tasa de oxígeno disuelto por lo que pueden calificarse como líquidos frescos y da baja carga orgánica.-

Seguramente esta característica es concecuencia de la alta dotación de agua potable demandada por los usuarios y en menor grado por la existencia de cámaras sépticas instaladas en las nuevas conexiones,a juzgar por los valores comparativos entre los análisis (1) y (2).-

No se detecta la presencia de substancias tóxicas,tales como plaguicidas,metales pesados ni de nutrientes.-

Sobre la base de la información precedente,el aporte de los 24.582 habitantes conectados,con una dotación de 560 l/h.d. de agua potable que se traducen en 560 x 0,8 = 450 l/h.d. de aporte a las redes cloacales, se tienen valores:

$Q = 24.582\ h \times 0{,}450\ m^3/h.d. = 11.062\ m^3/d.$

La carga orgánica volcada en la descarga valdrá:

D.B.O. $11.062\ m^3/d \times 0{,}080\ Kg/m^3 = 885\ Kg/dia$

S.S. $11.062\ m^3/d \times 0{,}170\ Kg/m^3 = 1880\ Kg/dia$

Grasas $11.062\ m^3/d \times 0{,}091\ Kg/m^3 = 1006\ Kg/dia$

Sólidos Flotables $11.062\ m^3/d \times 0{,}010\ Kg/m^3 = 111\ Kg/dia$

Coliformes NMP/ml $= 5 \times 10^5$

Los valores "per cápita" resultantes confirman la calificación de líquido de baja carga orgánica en su comparación con valores medios de numerosos servicios del pais y del exterior.

Elemento	Kg/h.d.	
	Ushuaia	Valores medios normales
D.B.O.	0,036	0,075
S.S.	0,076	0,092

8.- Bahía de Ushuaia

La Bahía de Ushuaia,incluyendo la Bahía Encerrada,recibe actualmente por medio de varias descargas ubicadas en la costa,un 80 % del líquido cloacal y muestra signos de contaminación,detectándose la existencia de una capa de lodos que se hace mas notable en las bajamares.-

Esta situación debe corregirse a la brevedad,eliminando las descargas señaladas mediante la habilitación del conducto interceptor y la estación elevadora N°1.-

Los análisis de agua de mar efectuados sobre muestras extraídas en las proximidades del muelle de combustibles,en la desembocadura del Arroyo Grande y en la Punta Occidental,indican una baja D.B.O.,un alto contenido de Oxígeno Disuelto,reacción alcalina y ausencia de Fósforo y Nitrógeno.-(Anexo V)

9.- Capacidad receptiva del mar.

La disposición de los desagües cloacales en el mar,la capacidad del mismo para absorber la carga de aquéllos y la dilución resultante constituyen un problema complejo cuya solución requiere un particular estudio.-

Son varios los factores a considerar para determinar la capacidad del

mar para aceptar las aguas residuales,entre ellos:

a) Advección de caudales de aguas frescas con altas tasas de OD disponible,por acción de las mareas y de los vientos.-

b) Caudales de líquido cloacal y su concentración y carga bacteriana.

c) Valores de OD y NMP de coliformes fijados para los sitios a proteger.-

d) Temperatura,densidad,salinidad y corrientes en el agua del mar.

e) Problemas de deposición de sólidos suspendidos.

f) Tasas de decaimiento de bacterias coliformes

g) Fotosíntesis y reaereación.-

Varios de los factores arriba señalados,si bien fueron tenidos en consideración,no han podido precisarse exactamente en el presente estudio.-

La capacidad de recepción que tiene el mar para los líquidos cloacales se ha estudiado en los últimos 60 años,tanto a través de modelos físicos,programas de computación y mediante mediciones directas efectuadas en el mar,en sitios próximos a emisarios funcionando.-

Tolmien (1926),Altberson,Rawn y Palmer (1929) estudiaron la difusión de chorros de líquido cloacal en agua de mar proponiendo fórmulas empíricas y gráficos para determinar la dilución inicial.

Posteriormente Pearson realizó trabajos de investigación de la eficiencia de emisarios submarinos y Brooks,Fan y Roberts incursionaron en la determinación de la dilución inicial mediante trabajos de investigación efectuados,igual que los anteriores,en el Estado de California,USA.-

No obstante,la frondosa bibliografía disponible y la valiosa experiencia recogida,confirmada en la práctica mediante el monitoreo sistemático destinado a verificar la eficiencia de emisarios en funcionamiento,surgen a veces objeciones a este tipo de obras,pues se interpreta erróneamente que se trata de emplazar indiscriminadamente una descarga de líquido residual que provocará la contaminación permanente e irreversible del agua del mar.-

Contrariamente a ello,el problema se encara,como se dijo anteriormente, mediante un cuidadoso diseño del emisario submarino y sus difusores,para descargar un líquido controlado,con el objeto de no afectar los usos del medio marino en las proximidades del vertimiento.-

La protección sanitaria de las zonas de interés como el cuidado de aspectos estéticos que se generan en la descarga,fija los dos parámetros principales de diseño,cuyos objetivos se orientan a la reducción del número de bacterias y a la separación de elementos flotables.

De la observación de los análisis químicos y bacteriológicos del agua de mar que se encuentran en el Anexo V,se infiere que las condiciones del medio receptor son las naturales,sin que se perciban valores que señalen actividad humana.-

Las condiciones de OD,con altas tasas debido a la baja temperatura del agua,resultan óptimas para recibir la descarga de líquidos cloacales.

Ello sumado a los valores de salinidad y temperatura que permiten definir la densidad del agua,parámetro que resulta de interés para predecir la ascensión de la pluma.

Las concentraciones de OD oscilan alrededor de 10 mg/l,valor muy por encima del mínimo de 4 mg/l capaz de mantener el equilibrio ecológico del mar.-

En el Anexo VIII hay gráficos que dan la solubilidad del oxígeno en función de la temperatura,para la presión atmosférica y la densidad del agua de mar en función de la temperatura y la salinidad.-

Si bien los datos disponibles no permiten definir una ajustada caracterización del medio marino en cuanto a su calidad,puede afirmarse que las condiciones del cuerpo receptor,como se dijo,son las naturales, presumiéndose que no existe estratificación vertical durante la mayor parte del año,por lo que sumado a la poca profundidad del emisario,debe asumirse que la pluma del líquido cloacal emergerá a la superficie en casi un 100 % del tiempo.-

En razón de la importancia que representa la tasa de decaimiento de bacterias,la bibliografía recomienda la realización de experiencias "in situ" en la misma zona de emplazamiento del emisario.-

Las experiencias llevadas a cabo en otras localizaciones muestran una gran dispersión de resultados.-

El decaimiento o reducción de bacterias,excepto por acción de la dilución,obedece a su desaparición por muerte natural,además de fenómenos de floculación física y la consecuente sedimentación de organismos que coadyuvan a la desaparición de coliformes en el medio marino.-

El tiempo T_{90},requerido para una desaparición del 90% de las bacterias, varía entre 1 hora y 4 horas.-

Se señalan a continuación valores de T_{90} obtenidos en distintas descargas de líquidos cloacales en el mar.-

Lugar	T_{90} (horas)
Los Angeles-California USA	0,9 a 4
Honolulu-Hawai	0,75
Mayaqez By-Puerto Rico	0,70
Rio de Janeiro-Brasil	1,00
Niza-Francia	1,10
Accra-Ghana	1,30
Montevideo-Uruguay	1,50
Tel Aviv-Israel	1,00

Santos-Brasil	0,80 a 1,70
Manila-Filipinas	3,00
Fortaleza-Brasil	1,30 a 1,50
Mar del Plata-Argentina	1,50
Maceio-Brasil	1,40

10.- Estudios Oceanográficos.

El Servicio de Hidrografía Naval (SHN) conjuntamente con el Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC) efectuaron en el año 1988 un estudio de corrientes marinas en aguas del Canal de Beagle que incluyó a las Bahías de Ushuaia y Golondrina y cuyos resultados permiten disponer de información útil sobre la circulación de las aguas en el área señalada.- (Anexo VI)

Las corrientes representan un parámetro importante para el proyecto de un emisario submarino,por lo que sus resultados deben analizarse exhaustivamente para definir la corriente del proyecto mas desfavorable,es decir,la que se dirige hacia la costa.-

Particularmente interesan los valores obtenidos en las estaciones N° 1, 2,5 y 5.- Los valores de la estación N° 4 no figuran por inconvenientes presentados durante el período de medición.-

De la información contenida en el Anexo VI se analizaron las corrientes de marea para tiempos anteriores y posteriores a la pleamar como así también las corrientes residuales debidas a la acción del viento.

La marea observada en el Canal de Beagle y en la Bahía de Ushuaia es de tipo semidiurna,presentando dos crecientes y dos bajantes por día,con desigualdades diurnas,por lo que entre pares de ondas sucesivas se produce una sensible diferencia de amplitud.-

Con mareas crecientes,la corriente que en el comienzo de la pleamar, (6 horas antes) se dirige hacia el sudeste en las proximidades de la Punta Occidental,mantiene esa dirección hasta 2 horas antes de la pleamar,virando hacia el NE una hora previa a la pleamar y en coresponden-cia con ella toma dirección NW que se mantiene hasta tres horas después de la pleamar,momento en que vira rápidamente al W en la cuarta hora,hacia el S en la quinta hora para finalizar el ciclo con rumbo SE al final de la bajamar.-

Este estudio de mareas permite conocer además,los niveles máximo y mínimo del mar,útiles para determinar diluciones y el funcionamiento hidráulico del sistema.-

Las velocidades alcanzan hasta 4,8 cm/seg en dirección SE,reduciéndose a 0,8 cm/seg cuando se dirige al NE,es decir,hacia la Bahía Golondrina, ascendiendo a 4,8 cm/seg en dirección NW finalizando con velocidad de 2,5 cm/seg en dirección SE.-

La corriente de superficie está dirigida hacia mar afuera con una velocidad de 2,6 cm/seg.-

Sólo un 10% del tiempo las corrientes de marea se dirigen hacia la Bahía Golondrina (estación N°2) con una velocidad reducida de 0,8 cm/seg.

La evaluación conjunta de información meteorológica,oceanográfica,de calidad de aguas y el supuesto comportamiento de los coliformes,estimados en base a valores obtenidos en otros lugares,permitirán analizar las características esenciales del emisario y sus difusores,ya construídos y no habilitados y realizar el diseño alternativo,ya sea con la intercalación de una planta de pretratamiento,como la de una nueva ubicación del emisario

11.- Proyecto de Ingeniería Existente.

La revisión hidráulico-sanitaria del Proyecto existente debe comprender el tramo entre la segunda estación elevadora,incluída ésta,el emisario y los difusores de descarga,ya que estas instalaciones son las que gobiernan el vertimiento en el mar.-

No obstante ello se efectuarán comentarios adicionales sobre el resto del sistema cloacal con el objeto de obtener conclusiones y formular recomendaciones.-

El Proyecto contempla que la totalidad del líquido cloacal de la Ciudad de Ushuaia se evacúe al mar a través del emisario submarino instalado en la Punta Occidental de la Península de Ushuaia.-

El líquido llega por gravedad a la segunda estación elevadora al NW de la Bhaía Golondrina,provenientes de los barrios nuevos edificados en en la zona oeste,parte de los cuales,sumados a los recolectados por el interceptor en la parte antigua de la ciudad,son elevados en una primera estación elevadora ubicada sobre la Av.Malvinas Argentinas que los vuelca en una cámara para seguir por gravedad hasta alcanzar la segunda estación elevadora antes mencionada.-

Esta estación es la que gobierna,con su régimen de operación,el funcionamiento del emisario submarino.-

Como primer paso se analizó la gama de caudales comprendidos entre el inicio y el fin del período de diseño,las pérdidas de carga en la tubería de impulsión de D°= 0,500m como en el tramo por gravedad de D°= 0,700m hasta la cámara de descarga y desde allí hasta los difusores.-Se incluyó en la revisión el dimensionamiento del pozo de bombeo, para analizar los ciclos de arranque de los equipos de bombeo.-

Los cálculos hidráulicos,los gráficos utilizados,los cuadros de valores, etc. se agrupan en el Anexo VII.-

Se ha encontrado que las bombas instaladas (Q = 550 m^3/h - Hmano=18 mca) se seleccionaron para una altura superior a la requerida por la instalación,lo que se traduce en una entrega de caudales mayores a los previstos,con un rendimiento menor de los equipos y con mayor sobrecarga para el funcionamiento de los difusores.-

Ello incide además en los ciclos entre dos arranque sucesivos,que oscilan alrededor de los 12 minutos en lugar de los 20 minutos,generalmente especificados por los proveedores.-

Las correspondientes verificaciones y la propuesta de una variante operativa que incrementa el tiempo de los ciclo a valores próximos a los especificados,figuran en el Anexo VII.-

12.- Verificación de los difusores.

El vertido del líquido cloacal a través de los orificios del difusor submarino,hace que el chorro esté sometido a un empuje ascencional, proporcional a la diferencia de pesos específicos de ambos líquidos, fuerza que canaliza el chorro hacia la superficie del mar,en un régimen de plena turbulencia.-

A medida que la mezcla asciende,la diferencia de pesos específicos decrece y la fuerza vertical que impulsa el líquido hacia la superficie,también decrece.-

El proceso antes descripto produce una dilución parcial del efluente cloacal en el agua del mar,denominada dilución inicial.-

Estudios experimentales realizados en California-USA,por Rawn y Palmer, confirmados posteriormente por el propio Rawn conjuntamente con Bowerman,Brooks y Abraham,permitieron elaborar una familia de curvas que facilitan el cálculo de la dilución inicial D_1,en función de la profundidad Y_o del orificio de descarga,D el diámetro del mismo,F el número de Froude establecido para la velocidad del chorro,tal cual se ilustra en los Gráficos IX - 1 y IX - 8 del Anexo IX.-

Otra forma de calcular la dilución inicial consiste en aplicar la ecuación de continuidad entre el caudal de agua residual y el de la mezcla con agua de mar,resultando la expresión:

$$D_1 = \frac{V_c \cdot b \cdot z}{Q_{total}}$$

En el Anexo IX figura el desarrollo de ambos procedimientos para distintos valores de las variables intervinientes,que se ilustra en los Cuadros IX - 1 y IX - 2 y en el Gráfico IX - 2.-

Como puede apreciarse,la solución gráfica para determinar la dilución D_1,está respaldada por los estudios originales de Rawn y Palmer,que incluyeron 388 observaciones experimentales de la dilución D_1 en la superficie,para chorros horizontales de agua dulce dentro del agua del mar.-

En las experiencias se usaron toberas con diámetros nominales variables entre 6,5 mm y 500 mm además de varias profundidades Y_o,superiores a los 4,00 m.-

En las referidas experiencias se hizo intervenir como parámetro adicional,al número de Reynolds,que en todos los casos,por su elevado valor,

permitió concluir que la dilución inicial D_1,para el caso de una columna ascendente en una masa homogénea de agua salada,puede considerarse independiente de aquél,y sólo función de dos variables, Y_o/D y F.-

Esto permite afirmar que el escurrimiento es netamente turbulento y predominan las fuerzas debidas a la gravedad.-

El Gráfico IX - 3,permite apreciar como varía la dilución D_1 con los cambios que puedan hacerse en las restantes variables.-

Si por ejemplo,se aumenta la profundidad Y_o,manteniendo constantes las restantes variables,el aumento de la dilución D_1 sigue una línea vertical.-

Por otro lado,un incremento de caudal Q para un determinado difusor,Y_o y D constantes,refleja solamente un incremento directo del N° de Froude por crecimiento de la velocidad V_j,siguiendo una línea horizontal.-

Otra posibilidad es la disminución del diámetro de orificios mientras se mantiene la misma profundidad Y_o y el mismo caudal Q,resultando un incremento de la velocidad V_j.-

Dado que $F = f(D^{-2,5})$ e $Y_o/D = f(D^{-1})$,el resultado de disminuir el diámetro del chorro será una línea con pendiente 2,5:1.-

Este gráfico permite hacer comparaciones mediante la modificación de variables y sirve para detectar la efectividad de los distintos caminos que se elijan para aumentar la dilución inicial D_1.-

Cabe señalar que la dilución inicial D_1,calculada por aplicación de la ecuación de continuidad,arroja valores sensiblemente menores a los obtenidos por el método gráfico.-

Ello obedece a que dada la baja velocidad V_c de la corriente,ésta no resulta aprovechable adicionalmente sobre la inducida por la mezcla inicial del chorro.-

Para la dilución inicial adoptamos un valor $D_1 = 30$.-

Calculada la distancia mínima necesaria entre orificios para evitar la interferencia de los chorros,se obtuvo un valor 3,08 m contra los 2,50 m del emisario construído,por lo que se estima que existirá alguna interferencia entre aquéllos.-

Tras la dilución inicial se genera una mezcla agua residual-agua de mar formando un campo de contaminación,que comienza a moverse inducido por la corriente que prevalece.-

En este movimiento de translación se incorpora al campo,agua de mar inducida por la mezcla turbulenta.-

Para este caso,se ha analizado el movimiento de translación inducido por las corrientes dominantes,obtenidas del Informe relativo a Estudios Oceanográficos.-

Si bien es deseable contar con una importante dilución inicial,en o cerca del punto de descarga,ello no garantiza una disposición segura desde el punto de vista sanitario.-

Es necesario que el lugar de emplazamiento del difusor cuente con corrientes favorables y que la descarga del líquido guarde una distancia de la costa,suficiente para permitir una ulterior reducción bacteriana,antes de que el líquido diluído alcance los lugares que deben ser protegidos.-

Un análisis de lo que ocurre en el campo luego de abandonar la vecindad del difusor,depende tanto de la difusión turbulenta en el mar,como de la sedimentación y mortandad de bacterias.-

Brooks ha planteado una ecuación para determinar la dilución por dispersión,tomando en cuenta la concentración de coliformes y la existencia de un parámetro de difusión horizontal.-

El desarrollo de los cálculos destinados a determinar esta dilución debida a la dispersión horizontal figuran en el Anexo IX,que contiene además a los Gráficos IX - 3 ; IX-4 y IX - 5 que facilitan la solución de la ecuación.-

De los estudios oceanográficos realizados se confirma que tanto las velocidades generadas por las mareas como las inducidas por el viento,son reducidas.-

Además,como figura en la Rosa de los Vientos del Anexo II,un 52,7% del año no se registran vientos y el de mayor prevalencia,un 23,6% del año sopla del SW al NE con una velocidad máxima de 31 Km/hora.-

Pearson,en el trabajo titulado "Un diseño conceptuel de un sistema de disposición de desagües" sostiene,que desde el punto de vista ingeniril,es correcto tomar como relación entre la corriente superficial y la velocidad del viento,un valor comprendido entre 0,025 y 0,030,con direcciones coincidentes.-

Para un viento de 31 Km/hora (16,73 nudos),resulta una velocidad de corriente de 31 . 0,025 = 0,75 Km/h = 21,5 cm/seg = 0,40 nudos.-

En el Cuadro IX - 3 se han determinado los valores de la dilución D_2, calculados utilizando los Gráficos IX - 4 y IX - 5 y la fórmula pertinente para las velocidades de corriente máxima debida a la acción de un viento de 31 Km/h y la máxima obtenida en los estudios oceanográficos de 11,9 cm/seg,equivalente a un viento de 16 Km/h.

También se calculó la dilución D_2 para valores de la velocidad de 6,16 cm/seg (0,12 nudos) y V = 15,43 cm/seg (0,30 nudos),registrados en la Bahía Golondrina y en la costa sud de la Península de Ushuaia. (Anexo VI)

Puede observarse en el Cuadro IX - 3 y en su representación gráfica, Gráfico IX - 3, que a 1800 m del punto de descarga (CADIC),las diluciones varían entre un mínimo de D_2 = 14 y un máximo D_2 = 77,por lo que el valor final debe elegirse cuidadosamente.-

Los valores mínimos se dan para la curva que corresponde a la velocidad V = 0,775 Km/h,calculada mediante el valor práctico de Pearson.-

Contrariamente,los valores máximos de la dilución D_2 se obtienen para la curva que corresponde a la velocidad V = 0,222 Km/h,determinada en los estudios oceanográficos.-

Extractando del Cuadro IX - 3,los tiempos en horas próximos a T_{90}= 2,5 horas,las diluciones varían entre D_2 = 13,77 y D_2 = 16,67.-

En base a ello,adoptamos el valor conservativo para la dilución por dispersión D_2 = 14.-

El tercer factor significativo en la dilución,se genera en el decaimiento de bacterias por mortandad,floculación y sedimentación,que ocurre durante el proceso de dispersión antes analizado.-

En la disposición al mar de los desagües cloacales,la contaminación bacteriana de las orillas es el tema que requiere mayor consideración, ya que los S.S. y la D.B.O. usualmente pierden importancia.-

En la mayoría de los casos la dilución inicial D_1 obtenida por los difusores,es insuficiente,por lo que deben computarse las ventajas de la dilución adicional que brindan las corrientes de marea y las inducidas por el viento.-

Esta dilución adicional define la longitud que debe darse al emisario submarino para alejar a los difusores a una distancia conveniente de las orillas que deben protegerse sanitariamente.-

Revisada la variada literatura sobre el tema,se observa que sigue existiendo bastante confusión y apreciables márgenes de error,en la determinación de valores representativos que indiquen la contaminación de costas.-

La introducción de nuevas técnicas de laboratorio,ocurrida en los últimos años,ha mejorado sensiblemente la precisión de las determinaciones del número de microorganismos indicadores en cada muestra,pero aún subsisten los problemas para la interpretación estadística de las series.-

En los textos de las normas predominan criterios mas racionales,basados en los conceptos de frecuencia y duración,pero todavía se polemiza sobre que valor medio es mas representativo,si la media aritmética,la media geométrica,la mediana,la media cuadrática,la media armónica u otros promedios estadísticos,circunstancia ésta que confirma la imprecisión de los límites.-

Estos conceptos han sido tomados de las publicaciones de Romer Harold "New York City Standards for Natural Bathing Waters and Beach and Harbor Water Pollution Control" y las de Thomas H.A. "Statistical Analysis of Coliform Data"

Para el cálculo de la dilución D_3 se consideró un T_{90} = 2,5 horas y se aplicó la ecuación de Brooks expresada en el Gráfico IX - 6.-

Para una distancia de 1800 m,la dilución varía entre $D_3 = 8,40$ y $D_3 = 19,50$,resultando la media geométrica $D_3 = 12,50$,por lo que se ha adoptado un valor $D_3 = 12$.-

Luego,la dilución total calculada para una distancia de 1800 m desde el punto de descarga vale:

$$D_T = D_1 \cdot D_2 \cdot D_3 = 30 \cdot 14 \cdot 12 = 5.040$$

Este valor aplicado a las cargas orgánica y bacteriológica consignadas en el punto 7 de este Informe,acusan las siguientes reducciones:

D.B.O. $\frac{885 \text{ Kg/dia}}{5040} = 0,175 \text{ Kg/dia}$

S.S. $\frac{1880 \text{ Kg/día}}{5040} = 0,373 \text{ Kg/día}$

Coliformes $\frac{\text{NMP } 5 \cdot 10^5/\text{ ml}}{5040} = \text{NMP } 99/\text{ml}$

Las concentraciones de coliformes aceptadas para playas utilizadas como lugares de esparcimiento con contacto directo,son variables según los lugares y las exigencias impuestas por cada norma en particular.-

California USA,exige un valor de NMP 10/ml que puede ser excedido un 20% del tiempo.-

Otros estados americanos mantienen normas con valores muy variables, que oscilan entre NMP 0,5/ml hasta NMP 30/ml.- La Ciudad de Nueva York acepta NMP 50/ml en sus playas.-

En realidad las normas deben basarse en la comparación entre los valores de concentración de coliformes encontrados y su incidencia en la salud de los usuarios.-

Estudios llevados a cabo por el Consejo de Investigaciones Médicas de Inglaterra y Gales,relativos a la contaminación de playas con líquidos cloacales,mostraron que el riesgo de infección por bacterias patógenas es prácticamente inexistente.-

Estas consideraciones fueron confirmadas en Sidney-Australia,que cuenta con playas altamente contaminadas,donde no se han detectado epidemias que evidencien la presencia de gérmenes patógenos.-

Son pocos los estudios que cita la bibliografía sobre la supervivencia de gérmenes patógenos en agua de mar,siendo mucho mas numerosos los referidos a los no patógenos,entre ellos,preferentemente los coliformes.

Al no existir normas nacionales de calidad de agua de mar para diferentes usos (recreativo con y sin contacto directo,pesca comercial),debemos referirnos a estudios y regulaciones adoptadas por otros países.-

Las normas del Estado de California,que han sido adoptadas por otros países,se basan en un criterio estético mas que sanitario,ya que establecen que cuando la concentración de coliformes permanece por debajo de NMP 10/ml mas del 80% del tiempo,las playas se mantienen en condiciones estéticas aceptables,sin la presencia de líquido cloacal.-

Un Panel de Expertos de la Organización Mundial de la Salud,recomendó que los valores tolerables para coliformes en los lugares de baño,no debían exceder el NMP 50/ml.- Este valor fue el mas usado para diseñar emisarios submarinos.-

La Comisión de Comunidades Europeas fijó valores recomendables y valores imperativos.-

-Recomendables	NMP 5/ml
-Imperativo	NMP 100/ml

Venezuela tiene como norma NMP 50/ml;Yugoslavia NMP 20/ml,Israel NMP 10/ml,Brasil NMP 50/ml.-

Para actividades recreativas sin contacto directo o con contacto secundario,se han fijado valores promedio de NMP 200/ml.-

En lo que a pesca comercial se refiere,las distintas investigaciones mencionan que no hubo hasta la fecha ningún indicio de que la calidad bacteriológica del agua residual haya creado problemas en las especies de peces presentes en el área de vertimiento y solamente hacen referencia en cuanto a la influencia sobre moluscos y mariscos en general,ya que ellos general una concentración acumulativa de los coliformes,que pueden crear un riesgo sanitario para la población consumidora.-

Las normas consultadas al respecto son mas restrictivas que para las playas,recomendando valores que oscilan alrededor de NMP 1/ml.-

Como conclusión de la información consultada,se estima que el valor hallado de NMP 99/ml puede aceptarse para el desarrollo de actividades recreativas con contacto secundario,no así para los moluscos y mariscos en general.-

13.- Sólidos y Substancias Flotables.

Una descarga cloacal puede modificar ciertos parámetros del medio marino en el entorno del punto de volcamiento,como ser la temperatura, el pH,la turbiedad,etc. pero dichas modificaciones resultan de escasa significación si la descarga se hace a mar abierto,como en el caso de Ushuaia.-

Contrariamente a ello,las substancias y los elementos flotantes tienen un comportamiento distinto,haciéndose perceptibles en mayor grado si la pluma del efluente alcanza la superficie del mar ante la posible falta de estratificación por diferencias verticales de temperatura.

Estos elementos suelen agruparse en la superficie del mar y son arrastrados por acción de las corrientes pudiendo llegar hasta la costa,acumulándose y produciendo,en la mayoría de los casos,una aspecto antiestético y desagradable en áreas que desean preservarse.-

Los materiales flotantes están constituídos por detritos cuyo peso específico es menor que el del agua de mar,por aceites y grasas que también tienen peso específico menor que el agua del mar y además no son miscibles en ella,y un tercer grupo cuyo peso específico es igual al del agua dulce y por lo tanto flotan cuando son liberados en el agua del mar.-

Por lo expuesto,es recomendable que todo proyecto de emisario submarino se complemente con instalaciones destinadas a separar flotantes para su eliminación.-

Para playas de baño se acepta que el tenor de grasas y aceites no supere los 10 mg/l.-

Un dispositivo usado frecuentemente son los tamices rotativos con los que se logra un alto porcentaje de separación.-

Los rendimientos de estos dispositivos se midieron en instalaciones funcionando en distintas partes del mundo,cuyos resultados se muestran en el Cuadro X - 3.-

CUADRO X - 3

Parámetro	REMOCION EN %			
	Santos-Brasil	Hutt Valley N.Z.		Israel
	Sep.1,5mm	Sep.1mm	Sep.0,5mm	Sep.0,75mm
D.B.O.	7	--	10	25
Aceites y grasas	26	30,3	37,2	--
S.S.	3,2	9,9	16,7	38
S.Sed.	6	23,4	56,7	41
Flotantes	70	93,2	98,4	--

Determinaciones de eficiencia llevadas a cabo en Santos y San Vicente, Brasil,donde funciona una estación de tamices rotativos,permitieron obtener las siguientes conclusiones:

a) Gran parte de los sólidos flotantes presentes en el líquido cloacal son disgregados y dejan de flotar luego de pasar por la estación elevadora.-

b) La mayor parte del material separado por los tamices no es flotable,ya que mas del 95% sedimenta en el agua.-

c) Los desagües de Santos y San Vicente tienen bajo contenido de flotantes y la eficiencia determinada,para separación de 1,5 mm en el tamiz,fue del 70%.-El índice de separación de aceites y grasas resultó del 26%.-

d) Inspecciones realizadas en la zona de los difusores,donde se levanta la pluma,no permitieron detectar sólidos flotantes,lo que permite afirmar que el tratamiento ha logrado sus objetivos.-

La documentación correspondiente al diseño de las Instalaciones para Separación de Flotables se detalla en el Anexo X y en los planos CFI 01 - 01 y 01 - 02.-

Estas instalaciones se han ubicado en el extremo final de la tubería de impulsión de la Estación Elevadora N°2 y descarga en la BP-4 del sistema existente.-

Se ha preparado para albergar seis tamices rotativos,cuatro en etapa inicial y dos futuros.-

Los mismos funcionan en paralelo y dentro de cámaras que permiten su funcionamiento como así también la puesta fuera de servicio, en forma individual.-

Su perfil hidráulico es compatible con las instalaciones existentes, exigiendo una altura de elevación adicional de 3,11 m,que puede ser asumida por la Estación Elevadora N°2 tal cual lo ilustra el Gráfico X - 3.-

Se ha previsto una cisterna enterrada para el servicio de agua para limpieza de los tamices,equipada con dos bombas tipo pozo profundo, que individualmente deben suministrar el caudal requerido,estimado en un 1,5% del caudal tratado.-

Los materiales retenidos escurren hacia un pozo sumidero donde se separan los sólidos retenidos del agua de lavado,siendo ésta última rebombeada al ingreso de la planta,y los sólidos conducidos mediante una rosca transportadora a un recipiente colector para proceder a su destino final,que supone su enterramiento.-

El edificio está dotado de oficina,vestuario,cocina,baño,depósito y sala de caldera para calefacción,ocupando una superficie de 255 m^2.-

14.- Variante prolongación cloaca máxima y construcción nuevo emisario submarino con sus correspondientes difusores.-

Se ha proyectado una alternativa de tender un tramo adicional de la cloaca máxima existente de D°= o,7oom,de 1230 m de longitud en dirección SE,rematando en una cámara terminal de la cual parte dos emisarios submarinos de D°= o,5oom y 269 m de longitud cada uno,contando en los últimos 39 m con sendos difusores dotados de 14 orificios de diámetro 0,075m.-

Para su ubicación se buscó en base a la batimetría disponible,un punto de la orilla mas cercano a la curva de profundidad -10 m y la orientación NW - SE obedece a que la dirección predominante de los vectores velocidad de corrientes es normal a ese rumbo y además los vientos dirigidos hacia la costa en la dirección del emisario prevalecen un 0,9% con una velocidad media de 19 Km/hora.-

Con este diseño se ha logrado una importante dilución inicial y la final resultante alcanza a 12.000,obtenida a una distancia de 1800 m del punto de vertimiento.-

El nuevo conducto de D°= 0,700m arranca en la BR-20' y remata luego de un recorrido de 1230,como se dijo,en la cámara terminal.-

Se analizó el perfil hidráulio del nuevo tramo,incluyendo el emisario submarino y además se verificó el tramo que se conserva,entre BR-4 y BR-20'.-

Evidentemente que la extensión del conducto conlleva un acrecentamiento de la pérdida de carga.-Ello hace que desde la BR-5 hasta la BR-20' deban sobreelevarse la cota de coronamiento de la totalidad de las cámaras,pues el conducto deja de funcionar a superficie libre,haciéndolo por gravedad,pero bajo presión.-

Esta circunstancia presenta dos inconvenientes,a saber: 1°) que la tubería existente esté capacitada para absober una columna de agua de 3 m como máximo y 2°) por trabajar a sección llena en forma permanente el conducto de D°= 0,700,ya sea el tramo existente entre BR-4 y BR-20' como el proyectado entre BR-20' y Cámara Terminal,las velocidades serán en todo momento directamente proporcionales a los caudales,perdiéndose las bondades del funcionamiento a sección semi-llena,donde la reducción de caudales interesa en menor grado a la disminución de la velocidad

Los esquemas de cálculos con los Cuadros y Gráficos correspondientes está comprendidos en el Anexo X.y en los Planos CFI 02 - 01 y 02 - 02.-

15.- Estimación de Costos.

Las estimativas de costos han sido preparadas con el objeto de que sirvan de base preliminar para efectuar comparaciones económicas.-

Los costos unitarios,ponderados en base a informes de proveedores y firmas constructoras especializadas,tienen la exactitud requerida para el nivel de anteproyecto,ya que para un mayor afinamiento y desagregación, habría que contar con un Proyecto Ejecutivo.-

En el Anexo XI se ordenan los cómputos métricos y los presupuestos discriminados en obras civiles y equipamiento electromecánico y además se determinaron los costos anuales,tanto el de recuperación del capital como los de operación y mantenimiento.-

15.1.- Sala de Tamices

a) Obra civil.....	$ 281.815,17
b) Provisión,transporte y montaje electromecánico	$ 416.850,00
Total Sala de Tamices	$ 698.665,17

Los costos anuales discriminados para obra civil y electromecánica,según detalle consignado en el Anexo XI,importan:

Obra Civil.....$/año	38.419,64
Costos Operativos.....$/año	113.800,12
Total costos anuales $/año	156.446,98

Los valores utilizados son; Vida útil edificio 40 años,vida útil equipos 10 años,tasa de interés 12 % anual de los que se deducen los valores de amortización.
Costo energía 0,058 $/Kw-h - Jornales + cs. 3.060 $/mes

15.2.- Nuevo emisario submarino

Obra Civil que comprende provisión,transporte y colocación de todos los elementos componentes. $ 1.595.771,00

Los costos anuales calculados sobre la base de una Vida útil de 30 años,tasa de interés del 12 % anual,según detalle del Anexo XI,resulta:

Obra civil	$/año	197.800,00
Costos operativos	$/año	18.360,00
Total costos anuales	$/año	216.160,00

La ejecución de esta variante implica postergar la construcción de las instalaciones para separación de flotantes,hasta que se obtengan resultados fehacientes de los trabajos de monitoreo aconsejados.-

16.- Comentarios finales

Sobre la base de lo expuesto en este Informe Final,se sugiere proceder cronológicamente de la siguiente manera:

1°) Poner en funcionamiento todas las obras construídas y no habilitadas en el menor plazo posible,con lo que se centralizará la evacuación de todo el efluente en un solo sitio,a través del emisario submarino existente.-

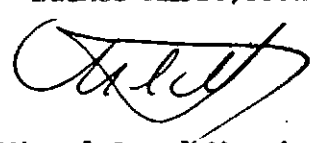
2°) Cumplida esta etapa iniciar un programa de monitoreo de ejecución sistemática,para determinar parámetros que midan la eficiencia del emisario submarino.-Estos trabajos deben tener como mínimo un año de duración.-

3°) Si la presencia de sólidos flotables es importante y afecta sólo las condiciones estéticas,proceder a la construcción de las instalaciones para separar sólidos flotables.-

4°) Si los resultados del monitoreo indican además de flotantes, concentraciones de bacterias en lugares a proteger,con valores superiores a los aconsejados,deberá construirse el nuevo emisario,prescindiento en ese momento de las instalaciones para separar flotantes,hasta definir la real eficiencia del nuevo emisario en lo que respecta a dichos sólidos

5°) En caso de que los sólidos flotables sigan constituyendo un problema,proceder a su separación mediante la construcción de las instalaciones mencionadas.-

Buenos Aires,octubre 19 de 1992.-



Ing° Miguel Angel Marzinelli

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1.-"Water and its Impurities"- Thomas R.Camp.

2.-"Water supply and waste water disposal" Fair and Gayer

3.-"Water Quality Criteria"-Federal Water Pollution Control Administration

4.-"Engineering Hydraulics" - Hunter Rouse.

5.-"Predetermining the extent of a sewage field in sea water" TRansactions of teh ASCE - 1036 Año 1930-Rawn A.M. and Palmer H.K.

6.-"Chenistry for Sanitary Engineers" - C.N.Sawyer and P.L.McCarty.

7.-"Handbook Of Ocean and Underwater Engineering"-J.J.Myers,C.H.Holm.R.F. McAllister

8.-"Tratamiento,evacuación y reutilización de aguas residuales"-Metcalf y Eddy.-

9.-""Diffusers for Disposal of Sewage in Sea Water" - Transactions of the ASCE 344 Año 1061-Rawn A.M.-Bowerman F.R. and Brooks N.

10.-"Diffusion of submerged jets"-Transactions of the ASCE 639 Año 1950 Albertson M.L. - Dai Y.B. - Jensen R.A. - Rouse H.

11.-"Some observation of the dispersion of sewage from sea outfalls"-The Public Works and Municipal Service Congress-Nov.1964 by Wheatland A.B. - Agg A. and Bruce A.M.

12.-"Manual of marine outfall planning and design" - Ludwig Russell

13.-"Tratamientos del Agua Residuál"-Gustavo Rivas Mijares.

14.-"A Mater Plan for Waste Disposal for de City of Rio de Janeiro"-Engineering-Sience Inc.-California USA

15.-"Feasibility Study of Proposed Program of Waste Treatment and Disposal for Protección de Beaches of Montevideo-Uruguay"-Pan Americam Health Organization conjuntamente con Engineering-Science Inc.

16.-"Estudio sobre vertidos de aguas residuales de fábricas de pasta y papel al mar" - Juan Rodriguez Jimenez - Madrid.

17.-"Merging buoyant discharges in an ambient current"-Cheng C.W.-Wood I.R. Davidson M.J. - Journal of Hydraulic Research - IAHR - Delft - 1992.

18.-"Contaminación de Cuerpos Receptores"-Facultad de Ingeniería y Agrimensura - Universidad de la República Oriental del Uruguay - Año 1971.-

19.-"Aspectos metodológicos del planeamiento y el diseño de un emisario submarino para la Ciudad de Mar del Plata'=Postiglione O.J.-Gómez C.-Castellano R. y Lobos J.E.- Rvista Ingeniería Sanitaria Año 1984.

20.-"Lançamento Submarino dos esgotos sanitarios na ilha de Paquetá"-SURSAN Brasil - Julio de 1964.

21.-"Roteiro para estudos oceanográficos necessários ao projeto de emissário submarinos"Revista DAE San Pablo Brasil-Almeida S.A. N° 145 - Junio de 1986

22.-"Avaliaçao da eficiéncia da estaçao preoceánica dos esgotos da Santos/ San Vicente"Brasil García Agudo E.-Amaral R.-Berzín G. Rev.DAE N°146 Septiembre de 1986.-

23.-"Lançamento Submarino dos Esgotos" Azevedo Netto J.M. - Jezler A. Revista Ingeniería SAnitaria Año 10 - N°2 Octubre de 1956

24.-"Estudio de la Factibilidad de la Disposición en el Mar de los Efluentes Cloacales de la Ciudad de Mar del Plata" I.N.C.Y.T.H. Año 1984.

ANEXOS I y II

ANEXO I

DESCARGA ACTUAL DEL EMISARIO SUBMARINO

COSTA DE BAHIA GOLONDRINA

ANEXO I

ESTACION ELEVADORA N° 2 Y TOLVAS DE ARENA

ANEXO I

Cuadro I-1

ESTACION USHUAIA B N AERO LAT 54 48 S LONG 68 19 W DE G ALT 14 METROS PERIODO 1971/80

VALORES MEDIOS Y ABSOLUTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AÑO
PRES ATM NIV EST MB	994,5	997,2	997,7	997,3	999,3	997,6	998,9	996,0	998,2	998,4	996,8	997,2	997,4
TEMP MAX ABSOLUTA C	25,6	25,1	24,9	21,2	17,6	13,8	16,0	12,8	15,8	19,2	20,4	24,3	25,6
OCURRENCIA DIA-AÑO	19 79	17 78	2 71	1 80	2 80	8 73	10 79	31 73	4 77	30 75	4 77	11 72	ENE 79
TEMP MAXIMA C	13,5	13,5	12,4	9,8	6,7	4,5	3,7	5,3	8,3	10,4	11,7	13,4	9,4
TEMP TERM SECO C	9,4	9,2	7,9	5,8	3,3	1,6	0,7	2,0	4,1	6,2	7,6	9,1	5,6
DESV D L NORMAL C	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	- 0,1	- 0,9	- 0,2	0,2	0,0	0,3	0,6	0,1
TEMP TERM HUMEDO C	7,5	7,5	6,4	4,4	2,3	0,7	- 0,2	0,9	2,8	4,4	5,6	7,1	4,1
TEMP MINIMA C	5,5	5,2	4,0	2,3	0,1	- 1,5	- 2,4	- 1,2	0,5	2,3	3,5	4,9	1,9
TEMP MIN ABSOLUTA C	- 0,4	- 1,0	- 1,7	- 5,2	- 7,8	-11,8	-11,6	-10,0	- 7,8	- 2,8	- 3,0	- 1,8	-11,8
OCURRENCIA DIA-AÑO	17 78	29 80	26 72	23 80	20 73	27 75	12 77	5 77	9 77	1 72	5 79	29 76	JUN 75
TEMP PUNTO ROCIO C	5,2	5,3	4,3	2,4	0,6	- 0,9	- 2,0	- 1,3	0,4	1,8	3,0	4,5	1,9
TENSION VAPOR MB	9,0	9,0	8,5	7,4	6,5	5,9	5,4	5,7	6,4	7,1	7,7	8,5	7,3
HUMEDAD RELATIVA %	76	77	79	79	83	85	83	80	78	75	74	74	79
VELOC VIENTO KMH	17	16	14	13	10	10	10	12	14	17	19	18	14
PRECIPITACION MM	41	40	50	65	46	46	36	38	35	29	32	41	499
DESV D L NORMAL MM	-17	-10	-7	19	-2	1	-11	-11	-3	-7	-18	-8	-74
HELIOF EFECT N HS	5,6	5,6	4,7	3,3	2,3	1,5	1,8	2,7	4,1	4,9	5,5	5,5	4,0
HELIOF RELAT %	33	37	37	30	27	19	23	29	34	35	34	31	31
NUBOSIDAD TOTAL 0-8	6,5	6,1	5,9	5,8	5,0	5,3	5,2	5,4	5,7	5,9	6,2	6,3	5,8

ANEXO I (Continuación)

Cuadro I-2

ESTACION USHUAIA B N AERO — LAT 54 48 S — LONG 68 19 W DE G — ALT 14 METROS — PERIODO 1971/80

NUMERO MEDIO DE DIAS CON	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AÑO
CIELO CLARO	0	0,1	1	0,6	4	2	2	2	0,7	1	0,1	0,3	13,8
CIELO CUBIERTO	23	18	18	16	12	13	12	14	15	18	20	22	201
PRECIPITACION	14	12	14	14	10	13	11	12	11	13	12	11	147
GRANIZO	0,4	0,1	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0,8
NEVADA	0,5	0,1	0,8	3	6	9	10	11	8	5	3	1	57,4
NIEBLA	0,1	0,1	0	0	0,1	0,1	0,2	0	0	0	0,1	0	0,7
HELADA	0,1	0,1	1	6	16	22	24	20	13	5	3	0,6	110,8
TORMENTA ELECTRICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1
TEMPESTAD DE POLVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,2

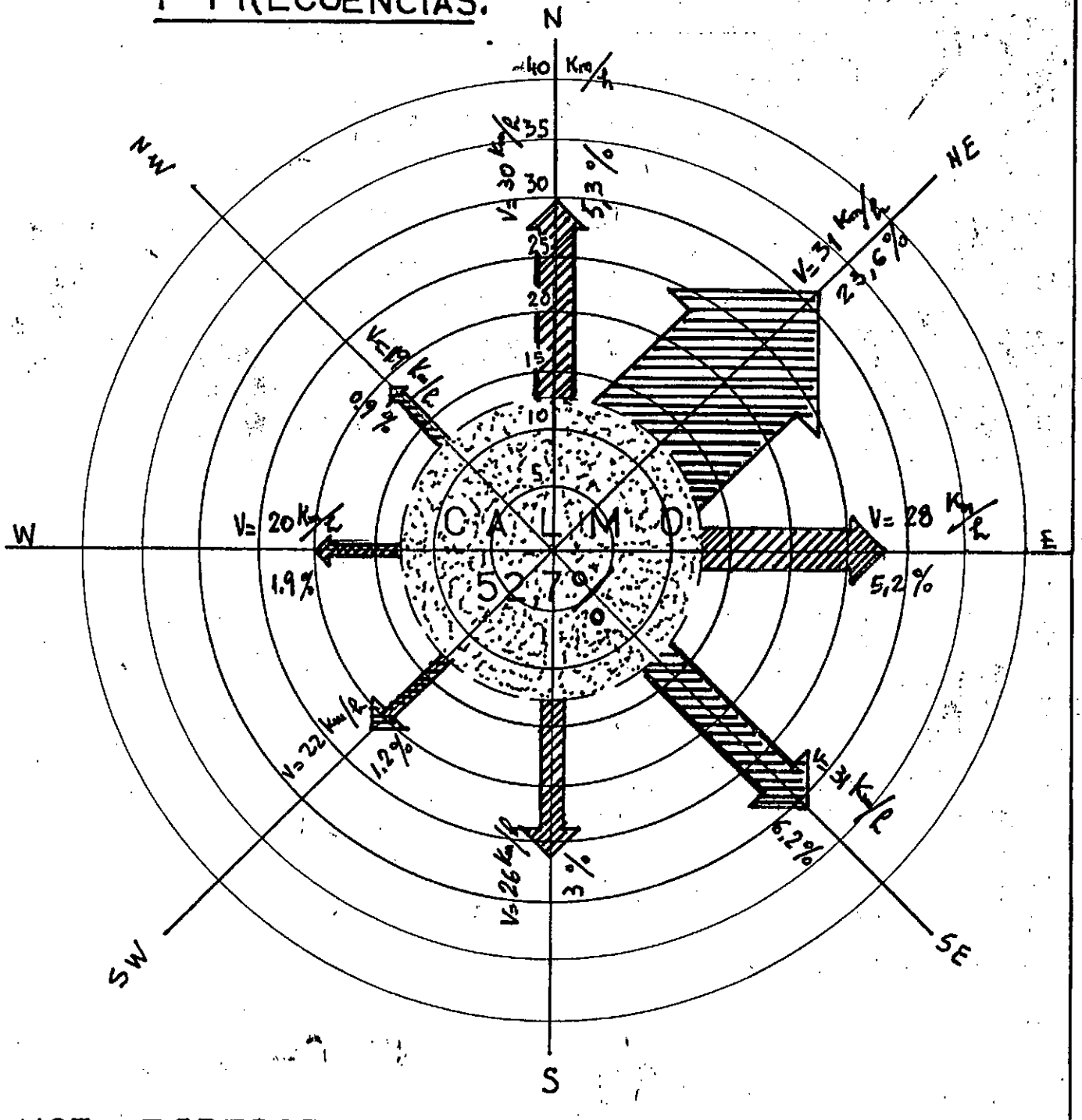
Cuadro I-3 VIENTO - FRECUENCIA DE DIRECCIONES EN ESCALA DE 1000 Y VELOCIDAD MEDIA POR DIRECCION EN KM/H

Dirección	ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN		JUL		AGO		SET		OCT		NOV		DIC		AÑO	
	N	VM	N	VM	N	VM	N	VM	N	VM	N	VM	N	VM	N	VM	N	VM	N	VM	N	VM	N	VM	N	VM
N	24	26	19	26	30	26	32	22	17	24	26	30	18	26	31	26	48	33	39	28	52	28	31	22	30	26
NE	11	19	7	17	9	15	15	26	7	22	16	20	17	28	17	20	15	22	9	17	12	20	12	31	12	22
E	37	20	17	19	16	20	7	17	7	24	12	26	14	30	11	22	11	22	26	17	33	22	40	20	19	20
SE	11	20	10	20	8	17	8	19	4	19	6	20	9	24	6	19	7	13	14	22	10	20	12	17	9	19
S	80	28	111	31	69	30	38	26	16	41	21	26	18	20	36	28	40	26	64	30	52	30	83	28	52	30
SW	314	31	255	31	228	30	229	31	195	30	194	30	151	30	190	30	200	31	246	33	332	33	302	31	236	31
W	48	26	48	26	45	31	57	28	34	24	48	26	54	31	54	24	67	28	66	30	52	26	52	26	52	28
NW	50	31	52	31	60	31	74	30	50	31	38	33	44	35	72	31	76	33	97	33	69	30	65	30	62	31
CALMA	425		480		534		541		668		638		674		585		536		439		387		403		527	

Fuente:Servicio Meteorológico Nacional

ROSA DE LOS VIENTOS - USHUAIA.

DIRECCION, VELOCIDADES MEDIAS ANUALES. Y FRECUENCIAS.



NOTA: ESPESOR DE FLECHAS PROPORCIONAL A FRECUENCIAS

ANEXO III

ANEXO III

Cálculo del crecimiento de la población de Ushuaia

Los valores conocidos de años anteriores son:

Censo de 1970	5.373 habitantes	
Censo de 1980	10.998 habitantes	Tasa anual 20,47%
Censo de 1991	25,350 habitantes	Tasa anual 22,35%
Población 1991	24582 habitantes	

Aplicando la expresión del interés compuesto para predecir la población futura (Ley Malthusiana de crecimiento geométrico) con tasas decrecientes y menores a las señaladas para el período 1970-1991 se tiene:

$$y_x = y_o \left(1 + \frac{r}{100} \right)^x$$

donde: y_o Población actual

y_x Población futura en el año x.

r/100 Tasa de crecimiento anual

x Años

Para el año 2000

Tomamos una tasa de crecimiento anual del 6%

$$y_{2000} = y_{1991} \ (1 + 0,06)^9 = 24.582 \ . \ 1,06^9 = 24.582 \ . \ 1,689 = 41.519 \text{ hab.}$$

Para el año 2010

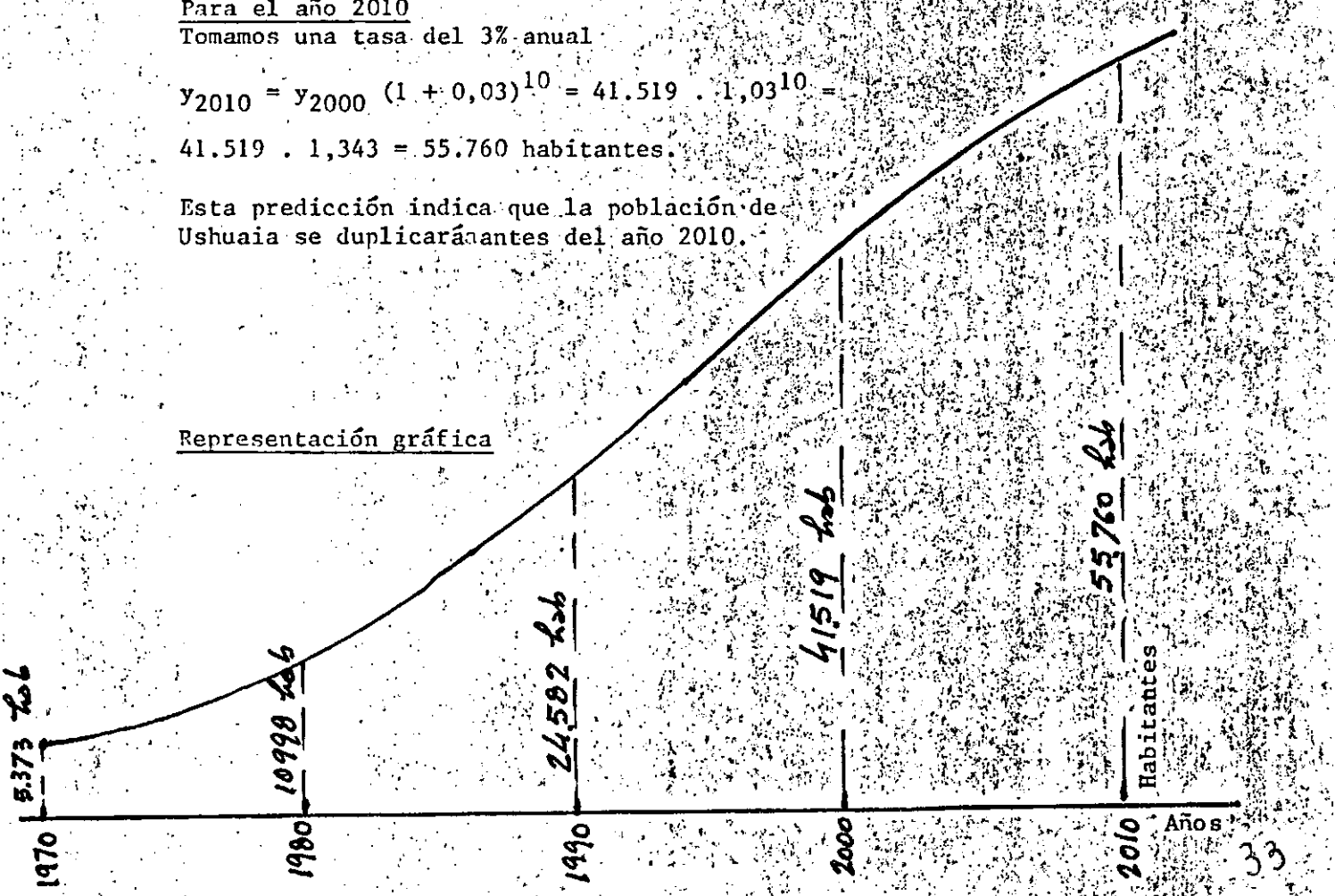
Tomamos una tasa del 3% anual

$$y_{2010} = y_{2000} \ (1 + 0,03)^{10} = 41.519 \ . \ 1,03^{10} =$$

$$41.519 \ . \ 1,343 = 55.760 \text{ habitantes.}$$

Esta predicción indica que la población de Ushuaia se duplicará antes del año 2010.

Representación gráfica



ANEXOS IV y V

ANEXO IV

(1)

DIRECCION PROVINCIAL
DE OBRAS Y SERVICIOS SANITARIOS

AREA LABORATORIO
ANALISIS QUIMICO DE LIQUIDO CLOACAL

Nº 24 b /92

PROCEDENCIA: VOLCAMIENTO LIQUIDO CLOACAL EN BAHIA USHUAIA
OBJETO: CONTROL DE VOLCAMIENTO DE EFLUENTES CLOACALES
SITIO DE EXTRACCION: BAHIA USHUAIA,DON BOSCO Y MAIPU
FECHA DE EXTRACCION: 29/5/92 FECHA DE ANALISIS: 29/5/92
HORA DE EXTRACCION: 11,30 HS.
TEMPERATURA DEL AGUA: 8 ºC
CONSERVANTE: NINGUNO

pH.....	7,5
Residuos totales por evaporación	8[illegible] mg_lt
Sólidos fijos	122 mg_lts
Sólidos volátiles	65 mg_lts
Solidos sedimentales en 2 horas	10 mg_lts
Alcalinidad de carbonatos	0 mg_lts
Alcalinidad de bicarbonatos	152 mg_lts
Cloruros	18 mg_lts
Sulfuros totales	0 mg_lts
Amoniaco	_._ mg_lts
Nitritos	[illegible] mg_lts
Nitratos	12,5 mg-lts
Nitrógeno orgánico	_._ mg_lts
Oxigeno consumido (MnO4K)	86 [illegible]_lts
Demanda de cloro	_._ [illegible]_lts
D. B. O. (5 dias a 20 ºC)	78 mg_lts
O. D.	[illegible] mg_lts
Grasas y aceites	_._ mg_lts

INTERPRETACION DEL ANALISIS:
Clasificación de un liquido cloacal medio.-

Ushuaia, 15 de junio de 1992.-

FIRMA DEL RESPONS.

34

ANEXO IV (Continuación_

DIRECCION PROVINCIAL
DE OBRAS Y SERVICIOS SANITARIOS

AREA LABORATORIO
ANALISIS QUIMICO DE LIQUIDO CLOACAL

Nº 23 b /92

PROCEDENCIA: VOLCAMIENTO LIQUIDO CLOACAL EN BAHIA GOLONDRINA
OBJETO: CONTROL DE VOLCAMIENTO DE EFLUENTES CLOACALES
SITIO DE EXTRACCION: BAHIA GOLONDRINA
FECHA DE EXTRACCION: 29/5/92 FECHA DE ANALISIS: 29/5/92
HORA DE EXTRACCION: 10,30 HS.
TEMPERATURA DEL AGUA: 7 ºC
CONSERVANTE: NINGUNO

pH	7,8
Residuos totales por evaporación	783 mg_lt
Solidos fijos	102 mg_lts
Solidos volátiles	50 mg_lts
Solidos sedimentales en 2 horas	10 mg_lts
Alcalinidad de carbonatos	0 mg_lts
Alcalinidad de bicarbonatos	172 mg_lts
Cloruros	18 mg-lts
Sulfuros totales	0 mg_lts
Amoniaco	_._ mg_lts
Nitritos	0,6 mg_lts
Nitratos	14,5 mg-lts
Nitrogeno orgánico	_._ mg_lts
Nitrgeno consumido (MnO4K)	96 mg_lts
Demanda de cloro	_._ mg_lts
D.B.O. (5 dias a 20 ºC)	80 mg_lts
D.D.	4,9 mg-lts
Grasas y aceites	_._ mg_lts

INTERPRETACION DEL ANALISIS:

Clasificación de un liquido cloacal medio.-

Ushuaia, 15 de junio de 1992.

FIRMA DEL RESPONS.

Gobierno del Territorio Nacional de la Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur

DIRECCION TERRITORIAL DE OBRAS Y SERVICIOS SANITARIOS

ANEXO V

USHUAIA, 18 / 9 / 90

DEPARTAMENTO PRODUCCION

AREA LABORATORIO

ANALISIS QUIMICO DE AGUA DE MAR Nº 1 / 90

Procedencia ..... Pte. OCCIDENTAL

Sitio de extracción Latitud 54°51'3S Longitud 68°2C' 3W

Muestra extraída el 12 / 9 / 90 Arribada el : 12 / 9 / 9C

Fecha de análisis 12 / 9 / 9C Fecha de resultado 1C / 9 / 9C

PARAMETROS BASICOS:

Temperatura	4	ºC
pH	8,5	
Turbiedad	2	
Conductividad	30,6	mS/cm
Salinidad	33,6 S	º/ºº
Clorinidad	18,6 Cl	º/ºº
Oxígeno disuelto	9,8	mg/lt
D.B.O.$_5$ (20 ºC)	1,4	mg/lt
Cloruros	15 x 10^3	mg/lt
Alcalinidad	1,C8	-eq
Nitrógeno amoniacal	---	mg/lt
Nitratos	C,1	mg/lt
Nitritos	C,CC1	mg/lt
Fósforo total	---	mg/lt
Hidrocarburos aromáticos	---	mg/lt

ANALISIS BACTERIOLOGICO:

Nº de colonias a 37ºC por ml 35

N.M.P. de bacterias coliformes por 100 ml ..... menor 2,2

N.M.P. de coli fecal 0

N.M.P. de Aerigenes Intermediarios Cloacal ..... menor 2,2

Bacterias grupo Pseudomonas .....No se detectaron

PARAMETROS OPCIONALES:

Silice SiO_2 ..... --- mg/lt

Potasio ..... --- mg/lt

Sodio ..... --- mg/lt

Sulfuro de hidrógeno ..... --- mg/lt

Mercurio ..... --- mg/lt

Zinc ..... --- mg/lt

Plomo ..... --- mg/lt

Cadmio ..... --- mg/lt

Otros ..Alcalinidad carbonatada 1,82 meq/l.....

.....

DATOS COMPLEMENTARIOS: Hora 10,55 N 0339 D 7

3/4 marea creciendo

Vientos calmo

Latitud 54º 51' 3S

Longitud 068º 20' 3 W

Sentido general de corriente W-E

Gobernación del Territorio Nacional de la Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur

DIRECCION TERRITORIAL DE OBRAS Y SERVICIOS SANITARIOS

ANEXO V

USHUAIA, 18 / 9 / 90

DEPARTAMENTO PRODUCCION

AREA LABORATORIO

ANALISIS QUIMICO DE AGUA DE MAR Nº 2 / 90

Procedencia PROXIMO AL MUELLE DE COMBUSTIBLE

Sitio de extracción Latitud 54048'4S Longitud C68017'2W

Muestra extraída el 12 / 9 / 90 Arribada el 12 / 9 / 90

Fecha de análisis 12 / 9 / 90 Fecha de resultado 18 / 9 / 90

PARAMETROS BASICOS:

Temperatura	5,7	ºC
pH	8,5	
Turbiedad	1	
Conductividad	30,8	mS/cm
Salinidad	33,8	S º/ºº
Clorinidad	18,7	Cl º/ºº
Oxígeno disuelto	9,7	mg/lt
D.B.O.$_5$ (20 ºC)	1,4	mg/lt
Cloruros	15 x 10^3	mg/lt
Alcalinidad	1,95	meq
Nitrógeno amoniacal	---	mg/lt
Nitratos	0,1	mg/lt
Nitritos	0,001	mg/lt
Fósforo total	---	mg/lt
Hidrocarburos aromáticos	---	mg/lt

ANALISIS BACTERIOLOGICO:

Nº de colonias a 37ºC por ml 170

N.M.P. de bacterias coliformes por 100 ml ..... Mayor 240

N.M.P. de coli fecal ..... mayor 240

N.M.P. de Aerigenes Intermediarios Cloacal ..... ---

Bacterias grupo Pseudomonas ..... No se detectaron

PARAMETROS OPCIONALES:

Silice SiO_2 ..... --- mg/lt

Potesio ..... --- mg/lt

Sodio ..... --- mg/lt

Sulfuro de hidrógeno ..... --- mg/lt

Mercurio ..... --- mg/lt

Zinc ..... --- mg/lt

Plomo ..... --- mg/lt

Cadmio ..... --- mg/lt

Otros ..Alcalinidad carbonatada 1,93 meq/l.....

.....

DATOS COMPLEMENTARIOS: Hora 11,45 [illegible] 2719 Q 0,29

Marea: Creciendo, 20 minutos para plea-

Corriente de marea practicamente parada

Vientos calmo

Latitud 549 48' 4S

Longitud 0689 17' 2 W

Gobierno del Territorio Nacional de la Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur

GOBIERNO TERRITORIAL DE OBRAS Y SERVICIOS SANITARIOS

ANEXO V

USHUAIA, 26 / 9 / 90

DEPARTAMENTO PRODUCCION

AREA LABORATORIO

ANALISIS QUIMICO DE AGUA DE MAR Nº 3 / 90

Procedencia PROXIMO A ISLA REDONDA

Punto de extracción 3230 Dist. 1,5 MN de Isla Redonda

Muestra entregada el 19 / 9 / 90 Arribada el 19 / 9 / 90

Fecha de análisis 19 / 9 / 90 Fecha de resultado 26 / 9 / 90

PARAMETROS BASICOS:

Temperatura	5,4	ºC
pH	8,2	
Turbiedad	1	
Conductividad	31,7	mS/cm
Salinidad	35	S º/ºº
Clorinidad	19,4	Clº/ºº
Oxígeno disuelto	10,2	mg/lt
D.B.O.$_5$ (20 ºC)	1,8	mg/lt
Cloruros	15 x 10^3	mg/lt
Alcalinidad	1,95	meq
Nitrógeno amoniacal	---	mg/lt
Nitratos	0,1	mg/lt
Nitritos	0,001	mg/lt
Fósforo total	---	mg/lt
Hidrocarburos aromáticos	---	mg/lt

ANALISIS BACTERIOLOGICO:

Nº de colonias a 37ºC por ml 50

N.M.P. de bacterias coliformes por 100 ml ..... menor 2,2

N.M.P. de coli fecal 0

N.M.P. de Aerigenes Intermediarios Cloacal ..... menor 2,2

Bacterias grupo Pseudomonas ..... No se detectaron

PARAMETROS OPCIONALES:

Silice SiO_2 ..... --- mg/lt

Potesio ..... --- mg/lt

Sodio ..... --- mg/lt

Sulfuro de hidrógeno ..... --- mg/lt

Mercurio ..... --- mg/lt

Zinc ..... --- mg/lt

Plomo ..... --- mg/lt

Cadmio ..... --- mg/lt

Otros... Alcalinidad carbonatada 1,87 meq/l

DATOS COMPLEMENTARIOS: Hora 10,45

Mar calmo - vientos calmo

Marea 19/9 05224 1,57

11,12 0,39

17,30 1,76

23,48 0,38

ANEXO V

Gobernación del Territorio Nacional de la Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur

DIRECCION TERRITORIAL DE OBRAS Y SERVICIOS SANITARIOS

USHUAIA, 26 / 9 / 90

DEPARTAMENTO PRODUCCION

AREA LABORATORIO

ANALISIS QUIMICO DE AGUA DE MAR Nº 4 / 90

Procedencia PROXIMO AL MUELLE DE COMBUSTIBLE

Sitio de extracción 255º dist. 0,9 millas del muelle de combusti

Muestra extraída el 19 / 9 / 90 Arribada el 19 / 9 / 90

Fecha de análisis 19 / 9 / 90 Fecha de resultado 26 / 9 / 90

PARAMETROS BASICOS:

Temperatura	5,1	ºC
pH	8,4	
Turbiedad	2	
Conductividad	31,8	mS/cm
Salinidad	35,1	S º/ºº
Clorinidad	19,5	Clº/ºº
Oxígeno disuelto	10,2	mg/lt
$D.B.O._5$ (20 ºC)	2,3	mg/lt
Cloruros	15×10^3	mg/lt
Alcalinidad	1,95	meq
Nitrógeno amoniacal	---	mg/lt
Nitratos	0,1	mg/lt
Nitritos	0,001	mg/lt
Fósforo total	---	mg/lt
Hidrocarburos aromáticos	---	mg/lt

425

ANALISIS BACTERIOLOGICO:

Nº de colonias a 37ºC por ml 60

N.M.P. de bacterias coliformes por 100 ml 2,8

N.M.P. de coli fecal 1,4

N.M.P. de Aerigenes Intermediarios Cloacal 1,4

Bacterias grupo Pseudomonas ..... No se detectaron

PARAMETROS OPCIONALES:

Silice SiO_2 ..... --- mg/lt

Potasio ..... --- mg/lt

Sodio ..... --- mg/lt

Sulfuro de hidrógeno ..... --- mg/lt

Mercurio ..... --- mg/lt

Zinc ..... --- mg/lt

Plomo ..... --- mg/lt

Cadmio ..... --- mg/lt

Otros Alcalinidad carbonatada 1,64 meq/l

DATOS COMPLEMENTARIOS: Hora 11,45

Vientos norte moderado (15 ND)

Marejadilla

Gobernación del Territorio Nacional de la Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur

DIRECCION TERRITORIAL DE OBRAS Y SERVICIOS SANITARIOS

ANEXO V

USHUAIA, 26 / 9 / 90

DEPARTAMENTO PRODUCCION

AREA LABORATORIO

ANALISIS QUIMICO DE AGUA DE MAR Nº 4 / 90

Procedencia PROXIMO AL MUELLE DE COMBUSTIBLE

Sitio de extracción 255º dist. 0,9 millas del muelle de combustible

Muestra extraída el 19/ 9 / 90 Arribada el 19 / 9 / 90

Fecha de análisis 19/ 9 / 90 Fecha de resultado 26/ 9 /90

PARAMETROS BASICOS:		
Temperatura	5,1	ºC
pH	8,4	
Turbiedad	2	
Conductividad	31,8	mS/cm
Salinidad	35,1	S º/ºº
Clorinidad	19,5	Clº/ºº
Oxígeno disuelto	10,2	mg/lt
D.B.O.$_5$ (20 ºC)	2,3	mg/lt
Cloruros	15 x 10^3	mg/lt
Alcalinidad	1,95	mec
Nitrógeno amoniacal	---	mg/lt
Nitratos	0,1	mg/lt
Nitritos	0,001	mg/lt
Fósforo total	---	mg/lt
Hidrocarburos aromáticos	---	mg/lt

ANALISIS BACTERIOLOGICO:

Nº de colonias a 37ºC por ml 60

N.M.P. de bacterias coliformes por 100 ml 2,8

N.M.P. de coli fecal 1,4

N.M.P. de Aerigenes Intermediarios Cloacal 1,4

Bacterias grupo Pseudomonas ..... No se detectaron

PARAMETROS OPCIONALES:

Sílice SiO_2	---	mg/lt
Potasio	---	mg/lt
Sodio	---	mg/lt
Sulfuro de hidrógeno	---	mg/lt
Mercurio	---	mg/lt
Zinc	---	mg/lt
Plomo	---	mg/lt
Cadmio	---	mg/lt

Otros ..... Alcalinidad carbonatada 1,64 meq/l .....

.....

DATOS COMPLEMENTARIOS: Hora 11,45

Vientos norte moderado (15 ND)

Marejadilla

Gobernación del Territorio Nacional de la Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur

DIRECCION TERRITORIAL DE OBRAS Y SERVICIOS SANITARIOS

ANEXO V

USHUAIA, 4 / 10 / 90

DEPARTAMENTO PRODUCCION

AREA LABORATORIO

ANALISIS QUIMICO DE AGUA DE MAR Nº 5 / 90

Procedencia PROXIMO DESEMBOCADURA ARROYO GRANDE

Sitio de extracción Latitud 54º 47' 9S Longitud 68º 15' 0W

Muestra extraída el 27 / 9 / 90 Arribada el 27 / 9 / 90

Fecha de análisis 27 / 9 / 90 Fecha de resultado 4 / 10 / 90

PARAMETROS BASICOS:

Temperatura	5,4	ºC
pH	7,8	
Turbiedad	4	
Conductividad	29	mS/cm
Salinidad	31,4	S º/ºº
Clorinidad	17,4	Clº/ºº
Oxígeno disuelto	10,2	mg/lt
D.B.O.$_5$ (20 ºC)	8,2	mg/lt
Cloruros	15 x 10^3	mg/lt
Alcalinidad	1,95	mec
Nitrógeno amoniacal	---	mg/lt
Nitratos	0,1	mg/lt
Nitritos	0,001	mg/lt
Fósforo total	---	mg/lt
Hidrocarburos aromáticos	---	mg/lt

ANALISIS BACTERIOLOGICO:

Nº de colonias a 37ºC por ml 160

N.M.P. de bacterias coliformes por 100 ml 240

N.M.P. de coli fecal 237,2

N.M.P. de Aerigenes Intermediarios Cloacal 2,76

Bacterias grupo Pseudomonas ..... No se detectaron

PARAMETROS OPCIONALES:

Silice SiO_2 ..... --- mg/lt

Potasio ..... --- mg/lt

Sodio ..... --- mg/lt

Sulfuro de hidrógeno ..... --- mg/lt

Mercurio ..... --- mg/lt

Zinc ..... --- mg/lt

Plomo ..... --- mg/lt

Cadmio ..... --- mg/lt

Otros Alcalinidad carbonatada 1,92 meq/l .....

.....

DATOS COMPLEMENTARIOS: Hora 9,25

0,5 mn al sur arroyo Grande

Media Maree creciendo 5 horas antes de pleamar

04,30 0,50 mts.

11,18 1,62 mts.

16,30 0,48 mts.

ANEXO VI

ANEXO VI

ESTUDIO DE LAS CORRIENTES MARINAS EN LOS ALREDEDORES DE LA PENINSULA USHUAIA

Nota: El presente trabajo es un resumen del Informe Técnico que lleva el mismo título, resultado de la labor conjunta del Departamento Oceanografía del Servicio de Hidrografía Naval y el Centro Austral de Investigaciones Científicas, finalizado en Agosto de 1990.

A. VI

PARTICIPANTES

Dirección

Lic. Carlos Balestrini (S.H.N.)

Coordinación

Dr. Julio Vinuesa (CADIC)

Trabajo de Campo y Mediciones

Dr. Julio Vinuesa (CADIC)
Lic. Gustavo Lovrich (CADIC)
Sr. Claudio Mattenet (CADIC)
Sr. Carlos Cantú (CADIC / Munic. de Ushuaia)
Sr. Pedro Medina (CADIC)

Procesamiento y Análisis

Lic. Carlos Balestrini (S.H.N.)
Sr. Jorge Speroni (S.H.N.)

Asesoramiento

Lic. Carlos Schroeder (CADIC)
Ing. Néstor Lanfredi (UNLP)

INTRODUCCION

Para concretar un estudio de corrientes en una zona marítima costera del tipo que nos ocupa, es necesario considerar que las mismas se encuentran conformadas por corrientes de marea, debidas a la acción de las ondas de marea, que son de origen astronómico, y las corrientes permanentes o residuales, que son debidas escencialmente a causas de origen termohalino y/o a la acción del viento.

Las ondas de marea tienen una periodicidad de aproximadamente 24 ó 12 horas, dependiendo de cada lugar el tipo de marea presente. En el primer caso la marea es definida como "diurna" y en el segundo como "semidiurna". La marea presente en el Canal Beagle y en la Bahía Ushuaia es del tipo "semidiurna" y dentro de éstas de las denominadas "con desigualdades diurnas", que son aquellas en las que entre pares de ondas sucesivas se produce una marcada diferencia de amplitud.

Las corrientes de marea son del tipo "reversible", produciendose dicha reversión cada aproximadamente 6 horas -en el caso de las mareas semidiurnas- en cercanías del instante de ocurrencia de las pleamares y de las bajamares. La magnitud de las velocidades de éstas corrientes tiene relación con la amplitud de la onda que las origina; por consiguiente las máximas velocidades se dan durante las mareas de sicigia y las menores durante las de cuadratura.

Durante el año 1988 se inició entre el Departamento Oceanografía del Servicio de Hidrografía Naval y el Laboratorio de Bioecologia de Crustáceos y Maricultura del Centro Austral de Investigaciones Científicas, un estudio de las corrientes marinas en aguas del Canal Beagle. Este estudio ha abarcado un área relativamente pequeña; pero muy importante, ya que incluyó parte de la Bahía Ushuaia, sur de la Peninsula Ushuaia y Bahía Golondrina.

Un estudio inicial de las corrientes superficiales fué realizado a principios de 1977 en la Bahía Ushuaia, a solicitud del Gobierno Territorial, por personal del Servicio de Hidrografía Naval. El mismo se realizó mediante la técnica de flotadores de deriva ayudada por el uso de troncos derivantes y un correntómetro de lectura directa; este primer estudio permitió reconocer la complejidad del área de estudio, no pudiendo arribarse a conclusiones claras que permitieran seleccionar un lugar apto para el vertido de las descargas cloacales.

El presente estudio comprende una etapa de mediciones, la que se realizó entre el 23/9/88 y el 13/12/88 y una etapa posterior de procesamiento y análisis de los datos obtenidos. El objeto de este informe es presentar los resultados a los que se arribó y mostrar cartas de corrientes confeccionadas a partir de los mismos que entregan una idea suficientemente acabada de la circulación de las aguas en el área señalada.

El método empleado para el relevamiento de las corrientes en la zona consistió en el emplazamiento de un correntógrafo en un punto intermedio del área y alejado de accidentes topográficos que pudieran condicionar sus registros en forma significativa, el que operó en forma ininterrumpida durante todo el período de mediciones (Estación Fija). Simultáneamente se dispuso otro correntógrafo que operó en forma móvil, en 20 puntos distintos (Estación Móvil), con una permanencia de aproximadamente 48 horas en cada uno. Estas 20 posiciones corresponden a un total de 25 previstas inicialmente, que por distintos motivos pero esencialmente debido a factores meteorológicos adversos debieron ser reducidas en su número.

La información obtenida de la estación fija fué utilizada para predecir las corrientes de marea y calcular la corriente permanente en ese punto a partir de su análisis estadistico. Con la información procedente de la estación móvil se calcularon las predicciones para cada uno de los puntos y luego, correlacionando las mismas con las que se obtienen de la fragmentación de los datos de la estación fija y de la correlación de éstas con la predicción calculada sobre el período completo de la misma, se obtuvieron resultados ampliados para los distintos puntos.

También se relizaron mediciones con un correntómetro de lectura directa en cada uno de los 20 puntos, a los que se agregó 4 puntos más, con el objeto de comprobar la validez de la información registrada y conocer su comportamiento a distintas profundidades.

Los trabajos de campo se realizaron con las embarcaciones menores con que cuenta el CADIC, pero se destaca aqui la colaboración de la Agrupación de Lanchas Rápidas y de la Prefectura Naval, agradeciendo a los comandantes de la A.R.A."Concepción del Uruguay" y de la S.P.23 "Lago Fagnano" la importante asistencia brindada. También se agradece a la Compañía Pesquera Isla de los Estados, que colaboró con el "Tifón" en la instalación inicial de la Estación Fija. Asimismo se desea expresar un especial reconocimiento a la Subsecretaria de Obras Públicas del Territorio y a la Municipalidad de Ushuaia por el apoyo material brindado a este estudio.

INSTRUMENTAL UTILIZADO Y ESQUEMAS DE FONDEO

El instrumental utilizado para el desarrollo de las mediciones consistió en dos correntógrafos marca Endeco, modelos 174 y 105, y un correntómetro Endeco modelo 110.

El correntógrafo Endeco 174 operó en forma ininterrumpida en la estación fija, produciendo sus registros a intervalos de 15 minutos, a una profundidad de 6 metros por debajo de la superficie. El sistema de fondeo fué dotado de un disparador acústico marca InterOcean modelo 1090 para facilitar la recuperación al concluir las mediciones. Debido a una falla, el mismo se desprendió inesperadamente durante la madrugada del 5 de diciembre -pocos dias antes de concluir la operación de la estación móvil-, haciendo que la línea de fondeo quedara a la deriva. La misma fué rastreada y recuperada sin daños dias más tarde a orillas de las islas Lucas, donde se encontraba retenida por cachiyuyos.

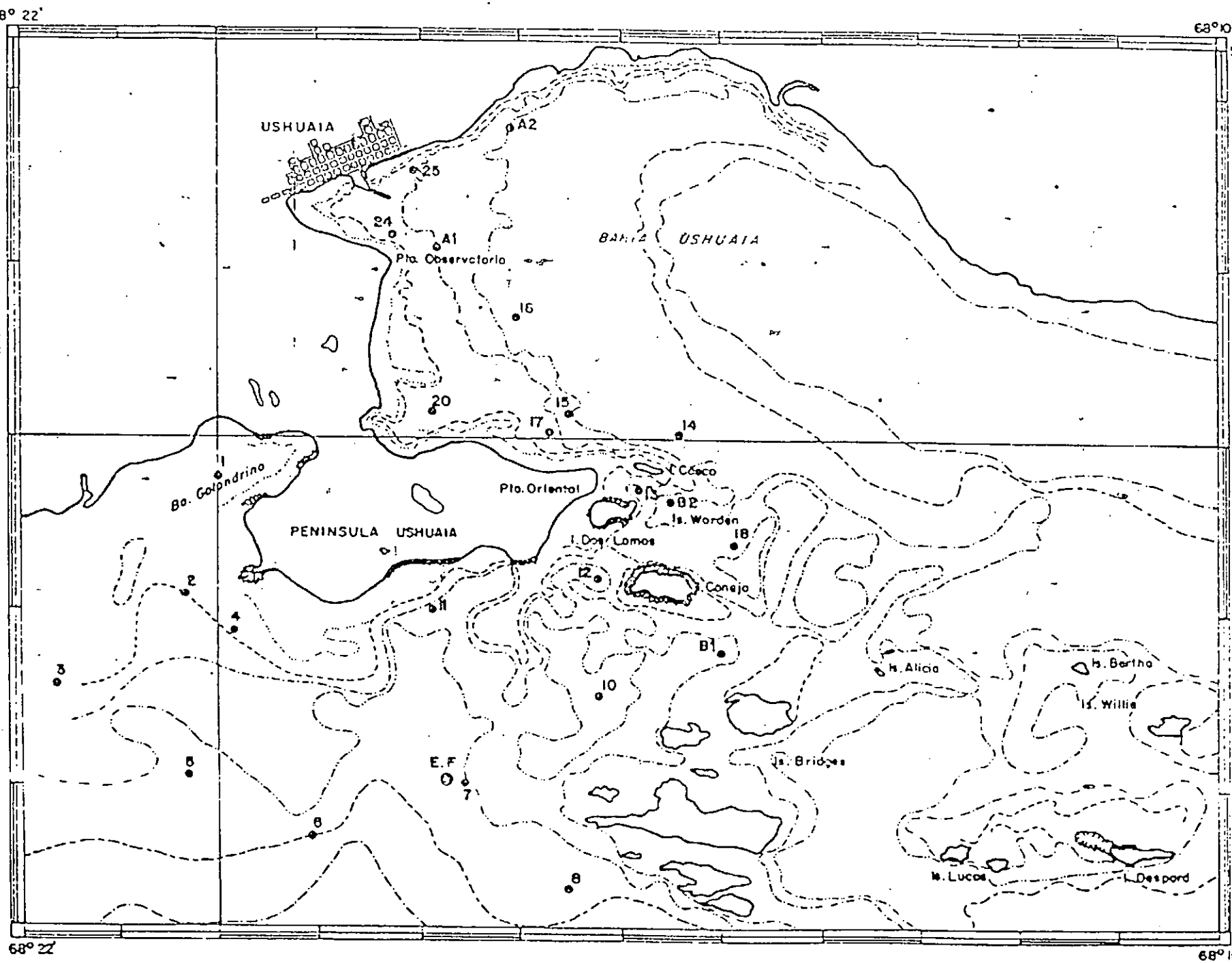
El correntógrafo Endeco 105 fué destinado a la estación móvil, produciendo sus mediciones a 3 metros de la superficie; de esta forma pudo operar aún en las ubicaciones de poca profundidad. El intervalo de muestreo, que originalmente era de 30 minutos, fué modificado luego de la estación 1 y llevado a 15 minutos con el objeto de lograr una mejor resolución en las mediciones y permitir una mejor correlación con los datos provenientes de la estación fija.

A continuación se presentan los esquemas de fondeo empleados.

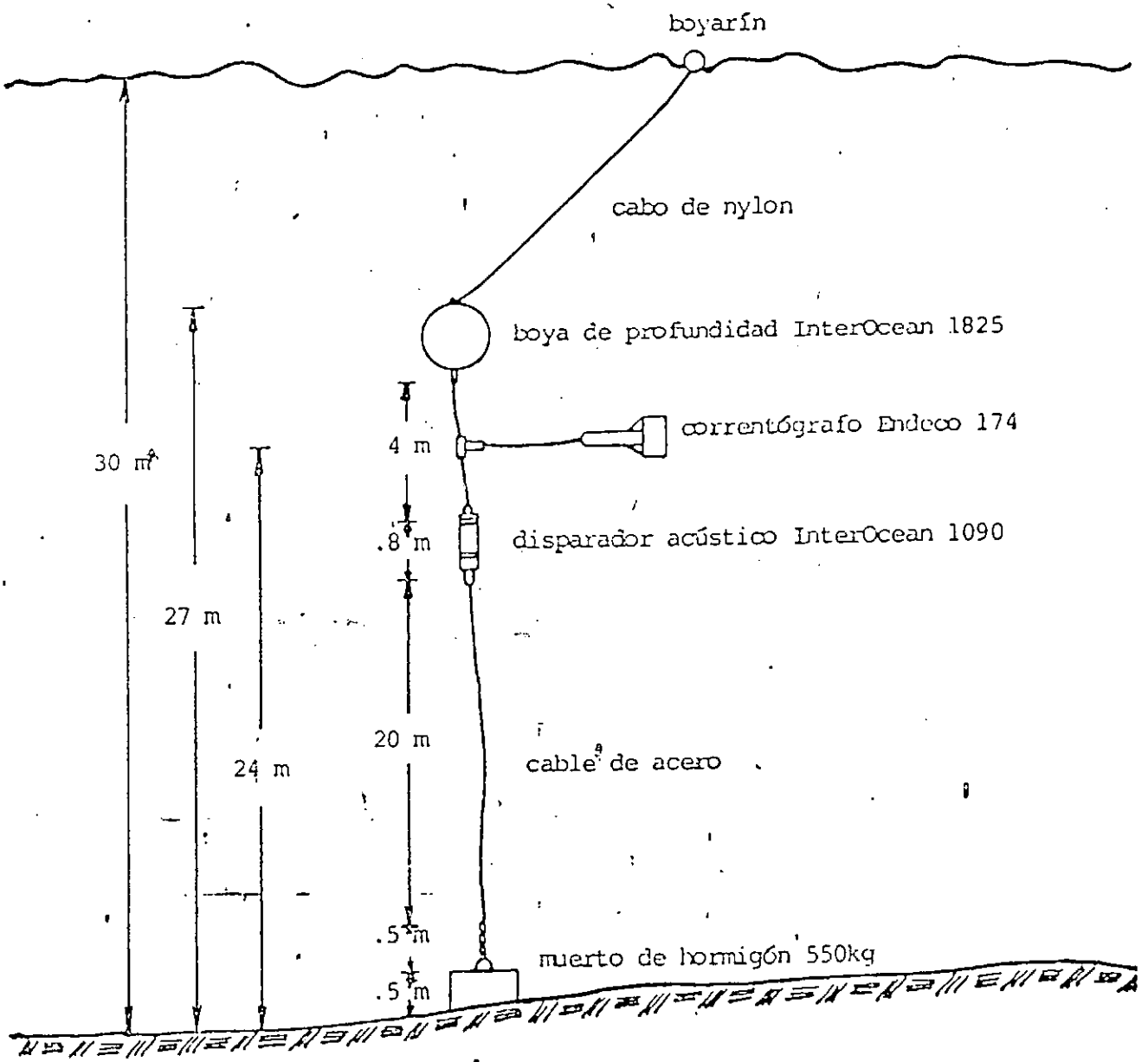
POSICION DE LAS ESTACIONES

La ilustración que se presenta en la página siguiente muestra la ubicación de la "estación fija" o patrón y de los 20 puntos en los que finalmente se registró mediante la "estación móvil", representada por los números 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 24 y 25. Los datos provenientes de la estación 4 no pudieron ser utilizados para su análisis debido a la acción de cachiyuyos en la hélice del instrumento; la estación 7 fué realizada a los efectos de producir un ajuste comparativo entre los dos instrumentos de registro utilizados.

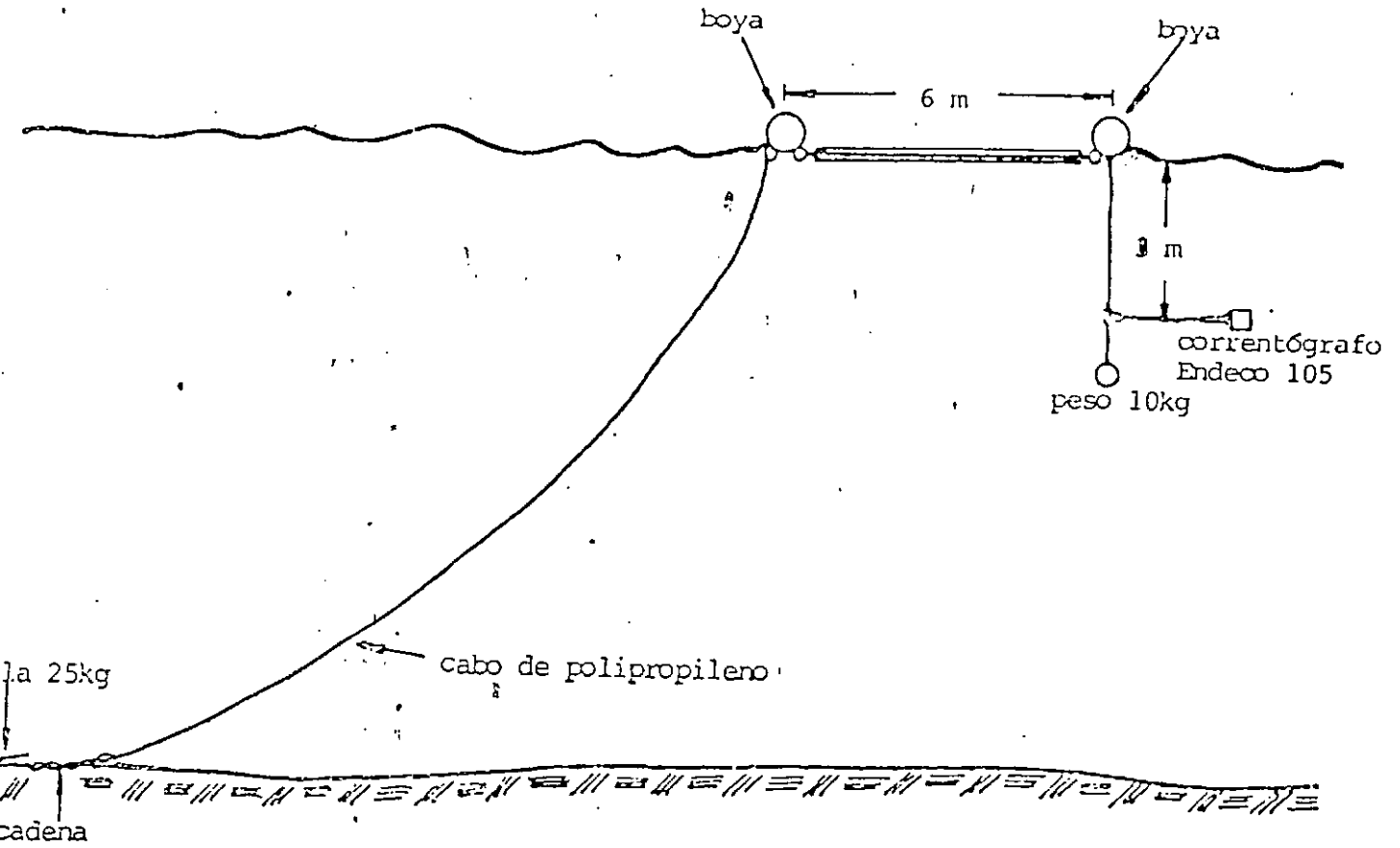
Los puntos identificados por las siglas A1, A2, B1, y B2 corresponden a los cuatro puntos en los que, además de los 20 correspondientes a la estación móvil, se realizaron mediciones mediante un correntómetro de lectura directa con el fin de obtener pautas comparativas con la información obtenida de los registradores. Estas mediciones fueron realizadas a distintas profundidades, observándose que en la mayoría de los puntos las velocidades mantuvieron una cierta uniformidad desde la superficie hasta proximidades del fondo.



Ubicación de las estaciones de medición



Esquema de fondeo de la estación fija.



Esquema de fondeo de la estación móvil.

METODOLOGIA

Las observaciones de corrientes pueden ser analizadas mediante el método de análisis armónico o refiriéndolas a la marea. El método de referirlas a la marea tiene validez aún cuando se trabaje con series de corta duración. Cualquiera sea la longitud de las observaciones y el método de tratamiento de los datos, la corriente permanente debe eliminarse de los cálculos. En este estudio se trabajó en base al método llamado "de las 25 horas".

El conjunto de observaciones que se utiliza en el método citado es como mínimo de 24 horas o 25 observaciones horarias. Se hallan las componentes N-S y E-W correspondientes a cada valor horario referido al instante de ocurrencia de las distintas pleamares producidas durante la serie. La corriente permanente o residual se calcula promediando la suma de los valores horarios de cada componente. Restando luego este promedio a cada valor de las componentes, estas quedan libres de la corriente residual.

Los conjuntos de componentes (seis horas antes, cinco horas antes... seis horas después) son corregidos por el cociente de la media de las amplitudes de sicigia y cuadratura con la amplitud del día, promediando así todos los resultados. El objetivo principal de éste cálculo es eliminar la desigualdad diurna. De esta forma resultan calculadas la velocidad y dirección de la corriente para una amplitud media desde seis horas antes hasta seis horas después de la ocurrencia de la pleamar. Es posible también calcular los valores para sicigias y cuadraturas, corrigiendo los valores de las componentes con factores que dependen del cociente de la amplitud de sicigia o de cuadratura del puerto de referencia y la amplitud del día.

Los valores calculados mediante el método descripto fueron asimilados a elipses de corrientes mediante el cálculo de elipses de ajuste. Para ello se adoptó como dirección del eje mayor de cada elipse a la recta de ajuste a los 13 valores medios calculada por el método de los mínimos cuadrados. Luego se calcularon los parámetros de cada elipse por el método de Likehood o de máxima verosimilitud.

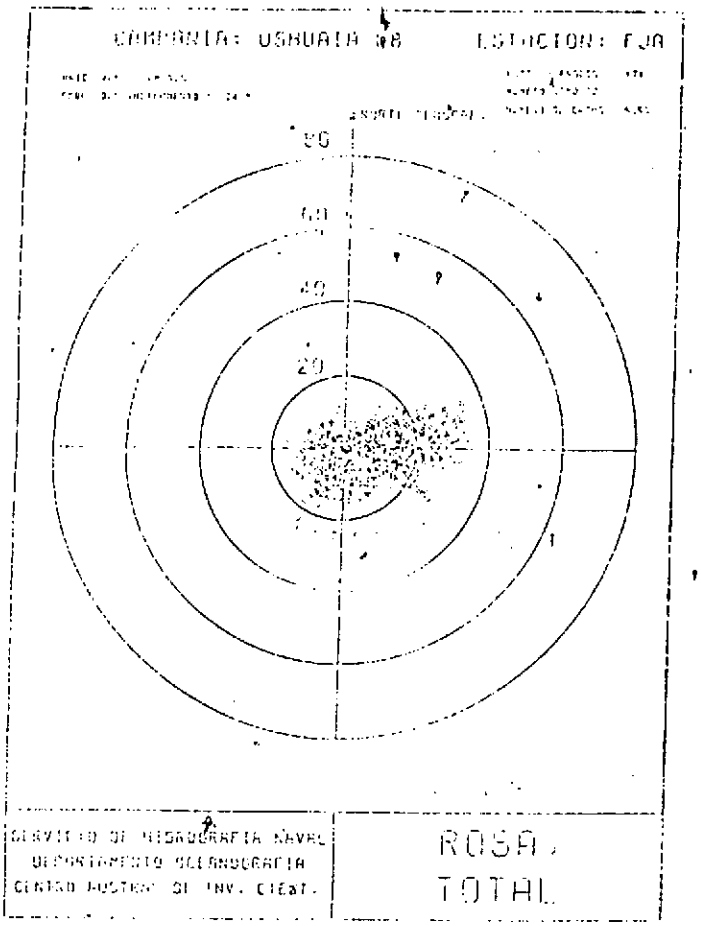
Partiendo de los resultados obtenidos para la estación fija o de referencia, elaborados sobre la base de una serie de 68 días, se aplicaron correcciones a las predicciones calculadas para las distintas series de la estación móvil a partir de la correlación con series equivalentes extraídas de la serie patrón, ampliando de esta forma la base de los resultados obtenidos para los distintos puntos relevados.

RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación para cada una de las estaciones de la metodología enunciada anteriormente. Primeramente se presenta una rosa total con los puntos representativos de los extremos de los vectores de corrientes y cuyo origen corresponde al origen de coordenadas. Seguidamente se presenta una predicción "ajustada" en los casos de la Estación Fija y de la Estacion Móvil 25; para las estaciones 1, 2, 3, 5, 6, 8, 11, 12, 10, 18, 20, y 16 se presentan predicciones "ampliadas" siguiendo las pautas de la metodología ya enunciada. Con la información proveniente de las estaciones 14, 15 y 17 no fué posible arribar a resultados lo suficientemente consistentes que permitieran su validación. Esto se debió a que en esos puntos la corriente residual resultó de una magnitud importante frente a las corrientes de marea, y al considerar a aquella constante para el cálculo de éstas últimas el error relativo adquiere una mayor proporción. La estación 13 no pudo ser analizada debido a que el bajo fondo entre la Punta Oriental y la Isla Casco veló durante las bajamares, alterando significativamente el comportamiento de la corriente en dicho punto. Finalmente, en el caso de la estación 24 no pudo ser resuelto su análisis debido a que las velocidades registradas fueron de poca magnitud frente a las perturbaciones producidas por agentes externos como puede ser el viento.

Los resultados obtenidos en la predicción de corrientes de marea para la estación fija y las estaciones 1, 2, 3, 5, 6, 8, 11, 12, 10, 18, 20, 16 y 25 fueron representados en 13 cartas de corrientes en las que cada una representa distintos instantes horarios referidos a la ocurrencia de la pleamar en el mareógrafo de Ushuaia. Junto a cada vector representativo se indica en cm/seg. la velocidad calculada debida a una marea de amplitud media.

Por último se representaron los valores correspondientes a la corriente permanente o residual calculada para cada una de las estaciones. Debido a que esta corriente es debida a factores variables como la distribución termohalina y/o el efecto del viento, la misma no debe asumirse como constante o persistente en el tiempo. A pesar de ello su tendencia y sus proporciones pueden considerarse como parámetros del comportamiento de la circulación debida a causas ajenas a la marea.



SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL
DEPARTAMENTO OCEANOGRAFIA
CENTRO AUSTRAL DE INV. CIENT.

ROSA
TOTAL

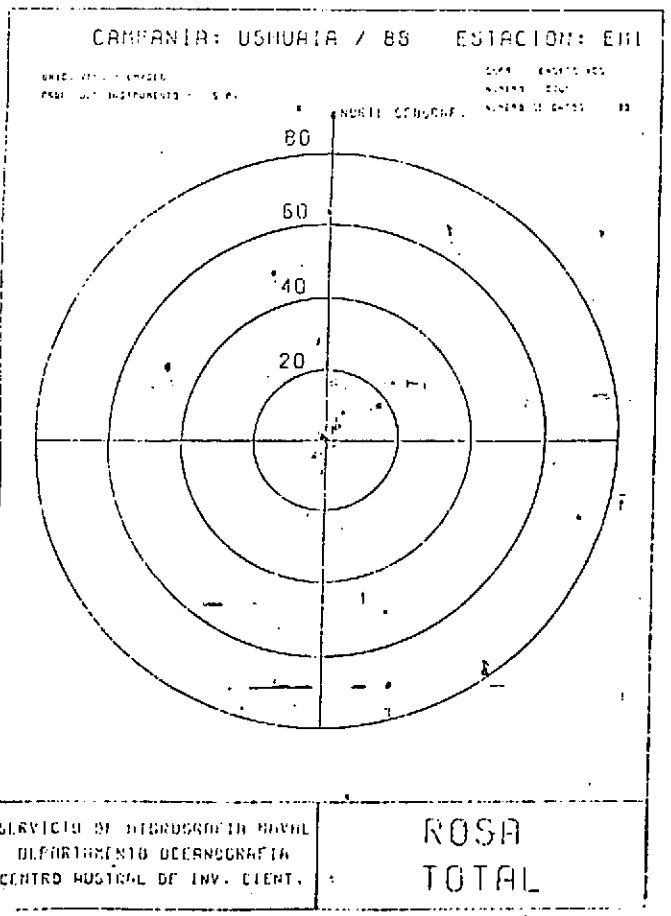
ESTACION : FIJA	LATITUD 54 52 00 S.
INSTRUMENTO : ENDECO 174	LONGITUD 68 17 42 W.

PREDICCION AJUSTADA

CORRIENTE PERMANENTE : 8.0 CM/SEG DIRECCION : 96°

INTERVALO	VEL. Y DIRECCION MEDIAS		VELOC SIGIDA	VELOC CUADRAT
	VELOCIDAD (CM/S)	DIRECCION (°)		
6 HS ANTES	2.7	234	3.8	1.6
5 HS ANTES	1.8	86	2.5	1.1
4 HS ANTES	6.6	69	9.2	4.0
3 HS ANTES	8.0	66	11.2	4.8
2 HS ANTES	6.7	64	9.4	4.0
1 H. ANTES	5.3	61	7.4	3.2
PLEAMAR	2.1	50	2.9	1.3
1 H. DESPUES	2.0	264	2.8	1.2
2 HS DESPUES	4.5	253	6.3	2.7
3 HS DESPUES	6.8	249	9.5	4.1
4 HS DESPUES	8.0	246	11.2	4.8
5 HS DESPUES	6.2	243	8.7	3.7
6 HS DESPUES	3.6	230	5.0	2.2

NOTA : MAREA REFERIDA A ESTACION MAREOGRAFICA USHUAIA



SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL
DEPARTAMENTO OCEANOGRAFIA
CENTRO AUSTRAL DE INV. CIENT.

ROSA
TOTAL

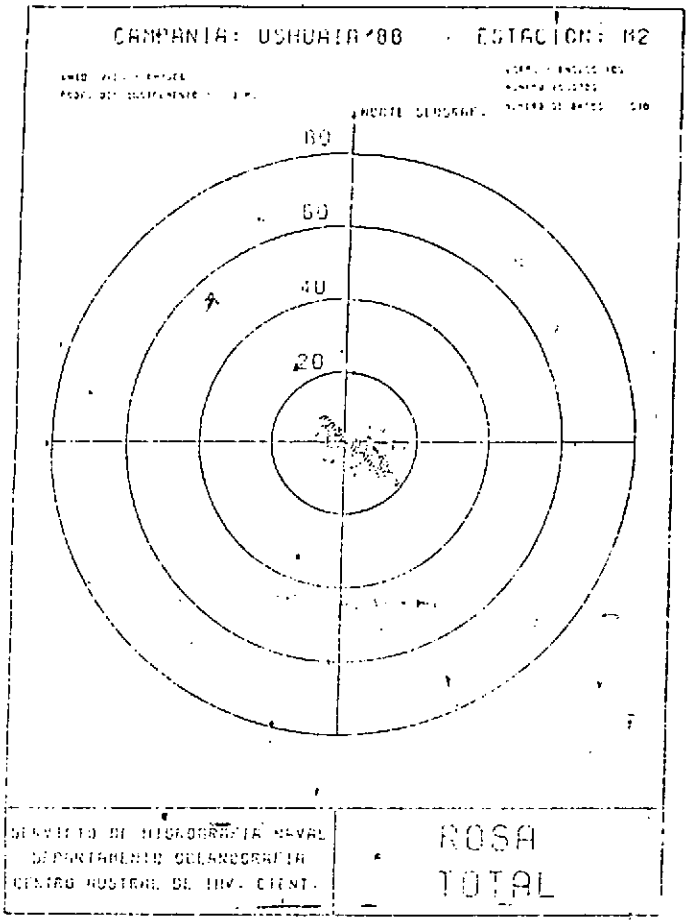
ESTACION : MOVIL 1	LATITUD 54 50 32 S.
INSTRUMENTO : ENDECO 105	LONGITUD 68 20 06 W.

PREDICCION AMPLIADA

CORRIENTE PERMANENTE : 0.6 CM/SEG DIRECCION : 55°

INTERVALO	VEL. Y DIRECCION MEDIAS		VELOC SIGIDA	VELOC CUADRAT
	VELOCIDAD (CM/S)	DIRECCION (°)		
6 HS ANTES	1.2	112	1.7	0.7
5 HS ANTES	1.5	85	2.1	0.9
4 HS ANTES	2.0	50	2.8	1.2
3 HS ANTES	2.1	41	2.9	1.3
2 HS ANTES	1.8	26	2.5	1.1
1 H. ANTES	1.3	356	1.8	0.8
PLEAMAR	1.2	332	1.7	0.7
1 H. DESPUES	1.2	290	1.7	0.7
2 HS DESPUES	1.6	259	2.2	1.0
3 HS DESPUES	2.1	235	2.9	1.3
4 HS DESPUES	2.0	210	2.8	1.2
5 HS DESPUES	1.3	177	1.8	0.8
6 HS DESPUES	1.1	125	1.5	0.7

NOTA : MAREA REFERIDA A ESTACION MAREOGRAFICA USHUAIA



ESTACION : MOVIL 2 — LATITUD 54 50 54 S.

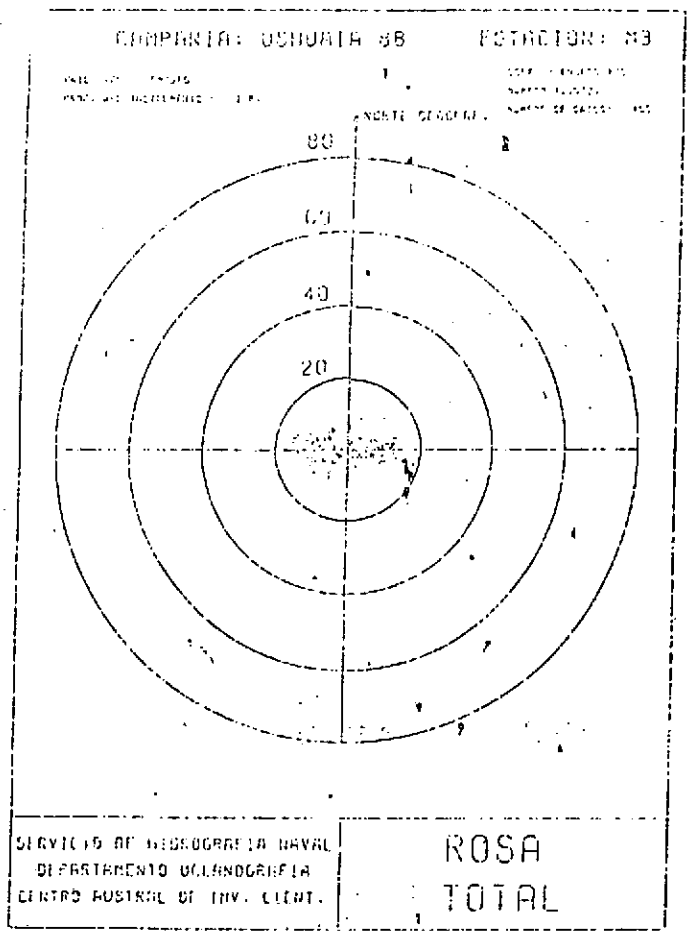
INSTRUMENTO : ENDECO 105 — LONGITUD 68 20 12 W.

PREDICCION AMPLIADA

CORRIENTE PERMANENTE : 7.6 CM/SEG — DIRECCION : 105°

INTERVALO	VEL. Y DIRECCION MEDIAS		VELOC	VELOC
	VELOCIDAD (CM/S)	DIRECCION (°)	SECTORIA	CUADRAT
6 HS ANTES	2.9	140	4.1	1.7
5 HS ANTES	4.2	132	5.9	2.5
4 HS ANTES	4.0	124	6.7	2.9
3 HS ANTES	3.8	118	5.3	2.3
2 HS ANTES	2.0	105	2.8	1.2
1 HS. ANTES	0.8	29	1.1	0.5
PLEAMAR	2.3	324	3.2	1.4
1 HS. DESPUES	4.1	312	5.7	2.5
2 HS DESPUES	4.8	316	6.7	2.9
3 HS DESPUES	3.0	294	4.2	1.8
4 HS DESPUES	1.3	270	1.8	0.8
5 HS DESPUES	1.1	176	1.5	0.7
6 HS DESPUES	2.5	143	3.5	1.5

NOTA : MAREA REFERIDA A ESTACION MAREOGRAFICA USHUAIA



ESTACION : MOVIL 3 — LATITUD 54 51 29 S.

INSTRUMENTO : ENDECO 105 — LONGITUD 68 21 36 W.

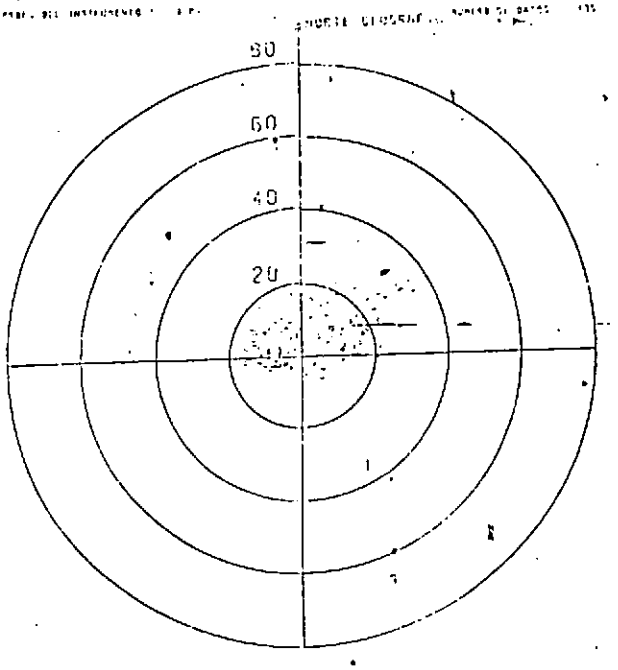
PREDICCION AMPLIADA

CORRIENTE PERMANENTE : 7.9 CM/SEG — DIRECCION : 101°

INTERVALO	VEL. Y DIRECCION MEDIAS		VELOC	VELOC
	VELOCIDAD (CM/S)	DIRECCION (°)	SECTORIA	CUADRAT
6 HS ANTES	2.0	170	2.8	1.2
5 HS ANTES	3.7	99	5.2	2.2
4 HS ANTES	5.0	91	7.0	3.0
3 HS ANTES	6.0	84	8.4	3.6
2 HS ANTES	5.0	76	7.0	3.0
1 HS. ANTES	2.8	61	3.9	1.7
PLEAMAR	1.8	304	2.5	1.1
1 HS. DESPUES	3.8	270	5.3	2.3
2 HS DESPUES	5.8	267	8.1	3.5
3 HS DESPUES	5.8	260	8.1	3.5
4 HS DESPUES	4.0	200	5.6	2.4
5 HS DESPUES	2.1	220	2.9	1.3
6 HS DESPUES	1.5	136	2.1	0.9

NOTA : MAREA REFERIDA A ESTACION MAREOGRAFICA USHUAIA

CAMPAÑA: USHUAIA 88 ESTACION: M5



SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL
DEPARTAMENTO OCEANOGRAFIA
CENTRO AUSTRAL DE INV. CIENT.

ROSA TOTAL

ESTACION : MOVIL 5 LATITUD 54 51 54 S.
INSTRUMENTO : ENDECO 105 LONGITUD 68 19 41 W.

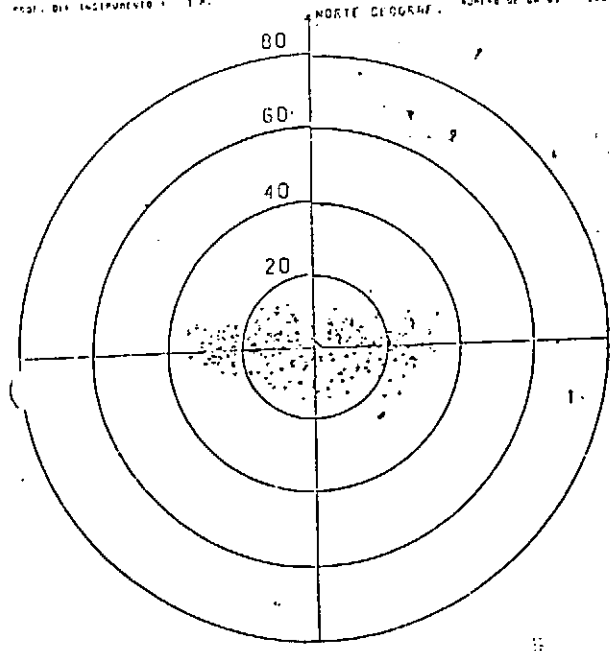
PREDICCION AMPLIADA

CORRIENTE PERMANENTE : 11.2 CM/SEG DIRECCION : 90°

INTERVALO	VEL. Y DIRECCION MEDIAS		VELOC	VELOC
	VELOCIDAD (CM/S)	DIRECCION (°)	SIZIGIA	CUADRAT
6 HS ANTES	1.8	171	2.5	1.1
5 HS ANTES	3.2	114	4.5	1.9
4 HS ANTES	5.0	96	8.1	3.5
3 HS ANTES	8.5	85	11.9	5.1
2 HS ANTES	7.9	76	11.1	3.9
1 H. ANTES	5.2	65	7.3	3.1
PLEAMAR	2.0	16	2.8	1.2
1 H. DESPUES	3.6	290	5.0	2.2
2 HS DESPUES	6.7	272	9.4	4.0
3 HS DESPUES	8.8	263	12.3	5.3
4 HS DESPUES	7.0	253	9.8	4.2
5 HS DESPUES	4.3	241	6.0	2.6
6 HS DESPUES	1.9	191	2.7	1.1

NOTA : MAREA REFERIDA A ESTACION MAREOGRAFICA USHUAIA

CAMPAÑA: USHUAIA 88 ESTACION: M6



SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL
DEPARTAMENTO OCEANOGRAFIA
CENTRO AUSTRAL DE INV. CIENT.

ROSA TOTAL

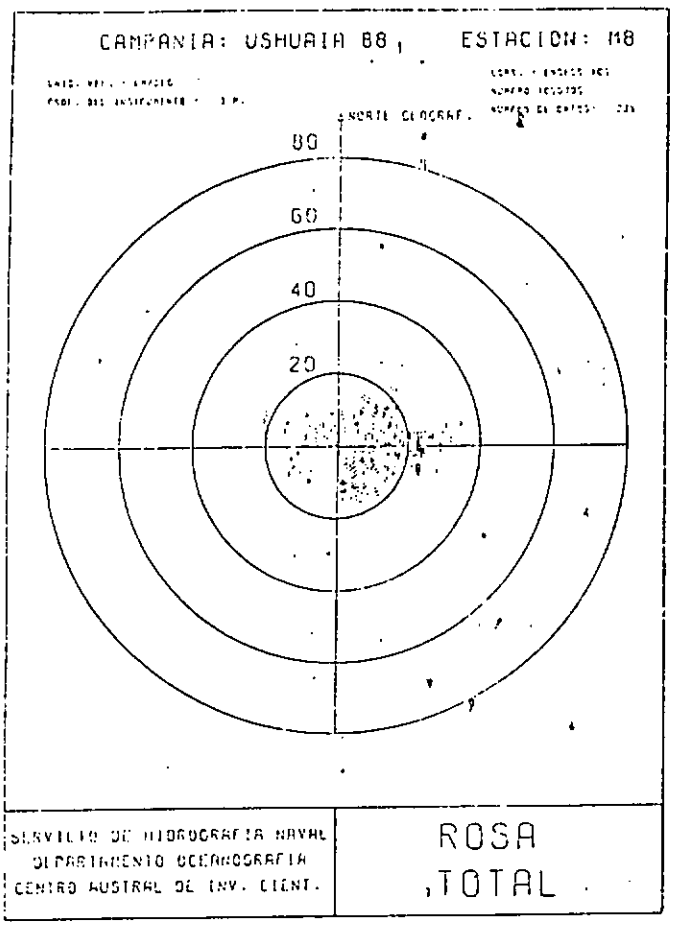
ESTACION : MOVIL 6 LATITUD 54 52 17 S.
INSTRUMENTO : ENDECO 105 LONGITUD 68 19 03 W.

PREDICCION AMPLIADA

CORRIENTE PERMANENTE : 10.6 CM/SEG DIRECCION : 98°

INTERVALO	VEL. Y DIRECCION MEDIAS		VELOC	VELOC
	VELOCIDAD (CM/S)	DIRECCION (°)	SIZIGIA	CUADRAT
6 HS ANTES	5.4	136	7.6	3.2
5 HS ANTES	10.8	109	15.1	6.5
4 HS ANTES	16.2	97	22.7	9.7
3 HS ANTES	15.3	85	21.4	9.4
2 HS ANTES	10.8	76	15.1	6.5
1 H. ANTES	6.0	54	8.4	3.6
PLEAMAR	3.9	332	5.5	2.3
1 H. DESPUES	8.5	296	11.9	5.1
2 HS DESPUES	14.4	281	20.2	8.6
3 HS DESPUES	16.8	269	23.5	10.1
4 HS DESPUES	11.1	256	15.5	6.7
5 HS DESPUES	5.5	230	7.7	3.3
6 HS DESPUES	4.5	149	6.3	2.7

NOTA : MAREA REFERIDA A ESTACION MAREOGRAFICA USHUAIA



SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL
DEPARTAMENTO OCEANOGRAFIA
CENTRO AUSTRAL DE INV. CIENT.

ROSA
TOTAL

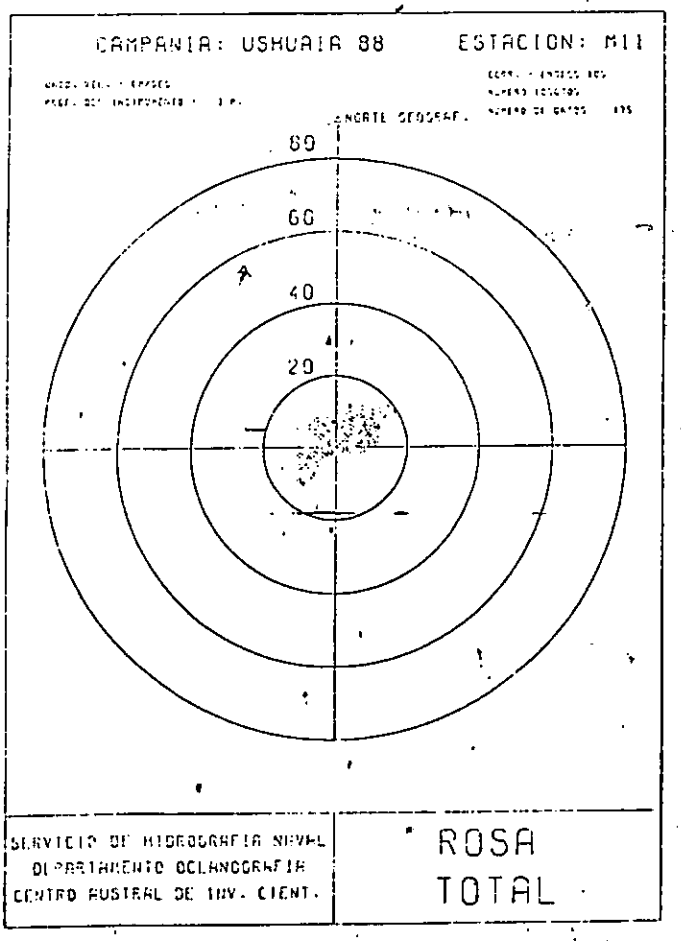
ESTACION : MOVIL 8 — LATITUD 54 52 36 S.
INSTRUMENTO : ENDECO 105 — LONGITUD 68 16 36 W.

PREDICCION AMPLIADA

CORRIENTE PERMANENTE : 13.7 CM/SEG DIRECCION : 103°

INTERVALO	VEL. Y DIRECCION MEDIAS		VELOC	VELOC
	VELOCIDAD (CM/S)	DIRECCION (°)	SIGIGIA	CUADRAT
6 HS ANTES	1.4	135	2.0	0.0
5 HS ANTES	4.2	90	5.9	2.5
4 HS ANTES	6.7	82	9.4	4.0
3 HS ANTES	8.5	76	11.9	5.1
2 HS ANTES	6.9	69	9.7	4.1
1 H. ANTES	4.1	60	5.7	2.5
PLEAMAR	1.3	9	1.0	0.8
1 H. DESPUES	3.3	275	4.6	2.0
2 HS DESPUES	6.5	262	9.1	3.9
3 HS DESPUES	8.6	255	11.0	5.2
4 HS DESPUES	6.0	249	9.5	4.1
5 HS DESPUES	3.8	239	5.3	2.3
6 HS DESPUES	1.2	161	1.7	0.7

NOTA : MAREA REFERIDA A ESTACION MAREOGRAFICA USHUAIA



SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL
DEPARTAMENTO OCEANOGRAFIA
CENTRO AUSTRAL DE INV. CIENT.

ROSA
TOTAL

ESTACION : MOVIL 11 — LATITUD 54 51 00 S.
INSTRUMENTO : ENDECO 105 — LONGITUD 68 17 54 W.

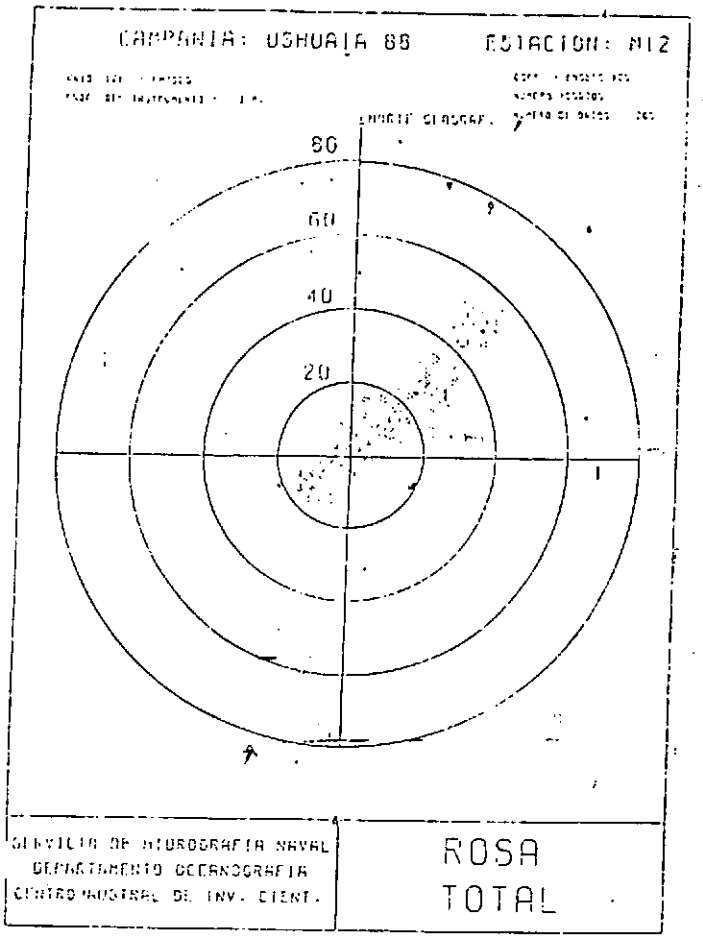
PREDICCION AMPLIADA

CORRIENTE PERMANENTE : 5.2 CM/SEG DIRECCION : 67°

INTERVALO	VEL. Y DIRECCION MEDIAS		VELOC	VELOC
	VELOCIDAD (CM/S)	DIRECCION (°)	SIGIGIA	CUADRAT
6 HS ANTES	2.0	153	2.8	1.2
5 HS ANTES	3.5	90	4.9	2.1
4 HS ANTES	5.8	71	8.1	2.5
3 HS ANTES	7.4	61	10.4	4.4
2 HS ANTES	6.8	50	9.5	4.1
1 H. ANTES	4.9	39	6.9	2.9
PLEAMAR	2.6	9	3.6	1.6
1 H. DESPUES	2.8	203	3.9	1.7
2 HS DESPUES	5.3	235	7.4	3.2
3 HS DESPUES	7.6	239	10.6	4.6
4 HS DESPUES	6.2	227	8.7	3.7
5 HS DESPUES	4.0	212	5.6	2.4
6 HS DESPUES	2.1	169	2.9	1.3

NOTA : MAREA REFERIDA A ESTACION MAREOGRAFICA USHUAIA

60



SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL
DEPARTAMENTO OCEANOGRAFIA
CENTRO AUSTRAL DE INV. CIENT.

ROSA TOTAL

ESTACION : MOVIL 12 — LATITUD 54 50 40 S.

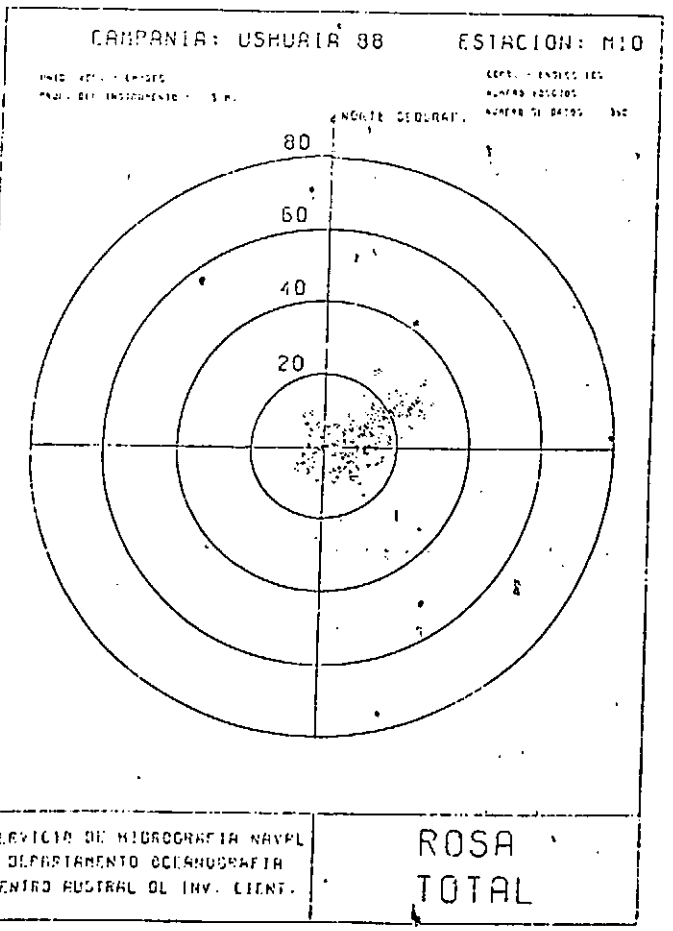
INSTRUMENTO : ENDECO 105 — LONGITUD 68 36 15 W.

PREDICCION AMPLIADA

CORRIENTE PERMANENTE : 15.6 CM/SEG — DIRECCION : 40°

INTERVALO	VEL. Y DIRECCION MEDIAS		VELOC	VELOC
	VELOCIDAD (CM/S)	DIRECCION (°)	SICIGIA	CUADRAT
6 HS ANTES	3.0	187	4.2	1.8
5 HS ANTES	15.4	52	21.6	9.2
4 HS ANTES	26.6	48	37.2	16.0
3 HS ANTES	31.3	45	43.8	18.8
2 HS ANTES	22.4	42	31.4	13.4
1 H. ANTES	14.2	39	19.9	8.5
PLEAMAR	5.8	27	8.1	3.5
1 H. DESPUES	10.0	237	14.0	6.0
2 HS DESPUES	22.0	230	30.8	13.2
3 HS DESPUES	32.0	227	44.8	19.2
4 HS DESPUES	24.7	223	34.6	14.8
5 HS DESPUES	14.8	220	20.7	8.9
6 HS DESPUES	4.7	202	6.6	2.8

NOTA : MAREA REFERIDA A ESTACION MAREOGRAFICA USHUAIA



SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL
DEPARTAMENTO OCEANOGRAFIA
CENTRO AUSTRAL DE INV. CIENT.

ROSA TOTAL

ESTACION : MOVIL 10 — LATITUD 54 51 30 S.

INSTRUMENTO : ENDECO 105 — LONGITUD 68 16 12 W.

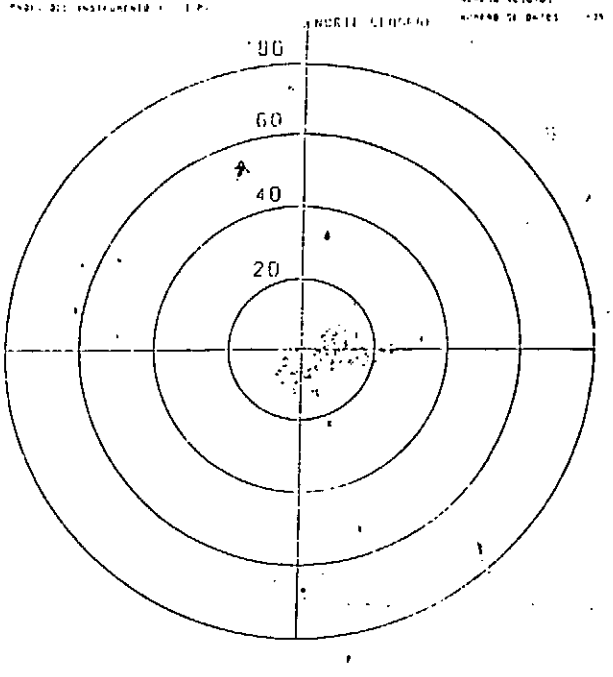
PREDICCION AMPLIADA

CORRIENTE PERMANENTE : 9.7 CM/SEG — DIRECCION : 68°

INTERVALO	VEL. Y DIRECCION MEDIAS		VELOC	VELOC
	VELOCIDAD (CM/S)	DIRECCION (°)	SICIGIA	CUADRAT
6 HS ANTES	1.1	198	1.5	0.7
5 HS ANTES	2.6	50	3.6	1.6
4 HS ANTES	5.1	50	7.1	3.1
3 HS ANTES	7.2	47	10.1	4.3
2 HS ANTES	7.6	46	10.6	4.6
1 H. ANTES	5.3	41	7.4	3.2
PLEAMAR	2.3	32	3.2	1.4
1 H. DESPUES	2.2	240	3.1	1.3
2 HS DESPUES	5.7	230	8.0	3.4
3 HS DESPUES	7.6	227	10.6	4.6
4 HS DESPUES	6.8	224	9.5	4.1
5 HS DESPUES	4.9	220	6.3	2.7
6 HS DESPUES	1.7	209	2.4	1.0

NOTA : MAREA REFERIDA A ESTACION MAREOGRAFICA USHUAIA

CAMPAÑA: USHUAIA 86 ESTACION: M18



SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL
DEPARTAMENTO OCEANOGRAFIA
CENTRO AUSTRAL DE INV. CIENT.

ROSA TOTAL

ESTACION : MOVIL 18 LATITUD 54 50 37 S.

INSTRUMENTO : ENDECO 105 LONGITUD 68 14 53 W.

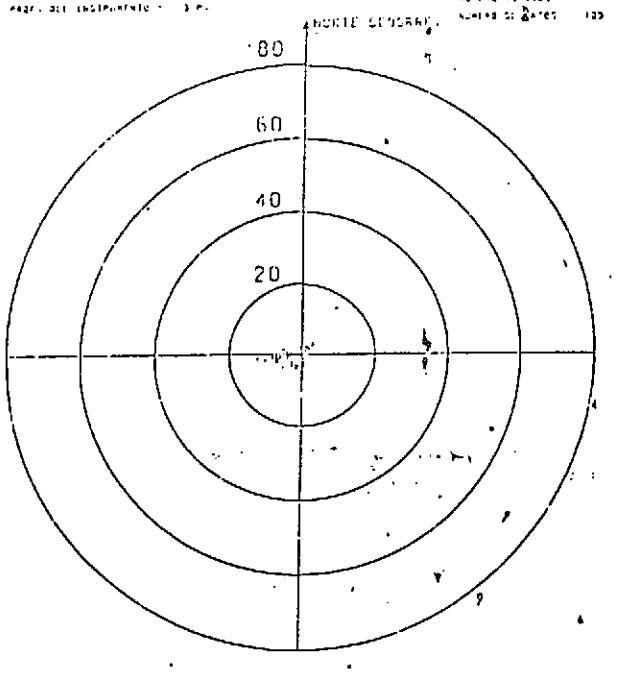
PREDICCION AMPLIADA

CORRIENTE PERMANENTE : 6.0 CM/SEG DIRECCION : 112°

INTERVALO	VEL. Y DIRECCION MEDIAS		VELOC	VELOC
	VELOCIDAD (CM/S)	DIRECCION (°)	SIESIGIA	CUADRAT
6 HS ANTES	5.2	276	7.3	3.1
5 HS ANTES	2.9	303	4.1	1.7
4 HS ANTES	2.2	5	3.1	1.3
3 HS ANTES	3.7	49	5.2	2.2
2 HS ANTES	5.6	65	7.8	3.4
1 H. ANTES	6.9	70	9.7	4.1
PLEAMAR	5.7	92	8.0	3.4
1 H. DESPUES	3.6	110	5.0	2.2
2 HS DESPUES	2.1	163	2.9	1.3
3 HS DESPUES	3.1	219	4.3	1.9
4 HS DESPUES	5.0	241	7.0	3.0
5 HS DESPUES	6.8	256	9.5	4.1
6 HS DESPUES	5.9	271	8.3	3.5

NOTA : MAREA REFERIDA A ESTACION MAREOGRAFICA USHUAIA

CAMPAÑA: USHUAIA 86 ESTACION: M20



SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL
DEPARTAMENTO OCEANOGRAFIA
CENTRO AUSTRAL DE INV. CIENT.

ROSA TOTAL

ESTACION : MOVIL 20 LATITUD 54 49 50 S.

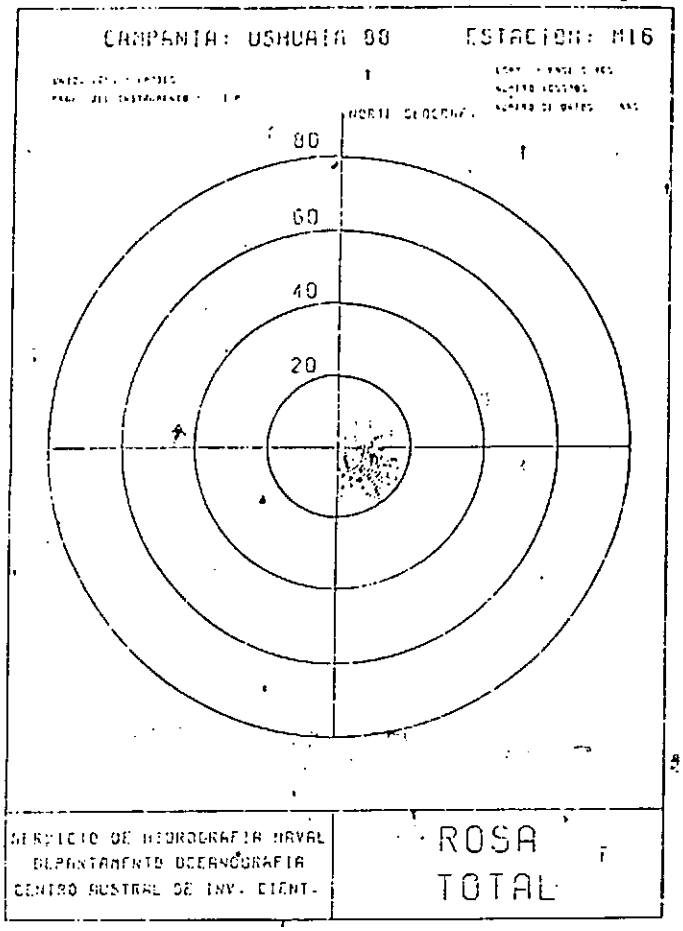
INSTRUMENTO : ENDECO 105 LONGITUD 68 17 55 W.

PREDICCION AMPLIADA

CORRIENTE PERMANENTE : 4.1 CM/SEG DIRECCION : 263°

INTERVALO	VEL. Y DIRECCION MEDIAS		VELOC	VELOC
	VELOCIDAD (CM/S)	DIRECCION (°)	SIESIGIA	CUADRAT
6 HS ANTES	2.8	140	3.9	1.7
5 HS ANTES	2.2	197	3.1	1.3
4 HS ANTES	3.4	240	4.8	2.0
3 HS ANTES	5.2	260	7.3	3.1
2 HS ANTES	5.8	277	8.1	3.5
1 H. ANTES	4.3	295	6.0	2.6
PLEAMAR	2.6	326	3.6	1.6
1 H. DESPUES	2.3	23	3.2	1.4
2 HS DESPUES	3.5	60	4.9	2.1
3 HS DESPUES	5.0	79	7.0	3.0
4 HS DESPUES	5.9	93	8.3	3.5
5 HS DESPUES	4.8	109	6.7	2.9
6 HS DESPUES	3.2	131	4.5	1.9

NOTA : MAREA REFERIDA A ESTACION MAREOGRAFICA USHUAIA



SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL
DEPARTAMENTO OCEANOGRAFIA
CENTRO AUSTRAL DE INV. CIENT.

ROSA TOTAL

ESTACION : MOVIL 16 — LATITUD 54 49 18 S.

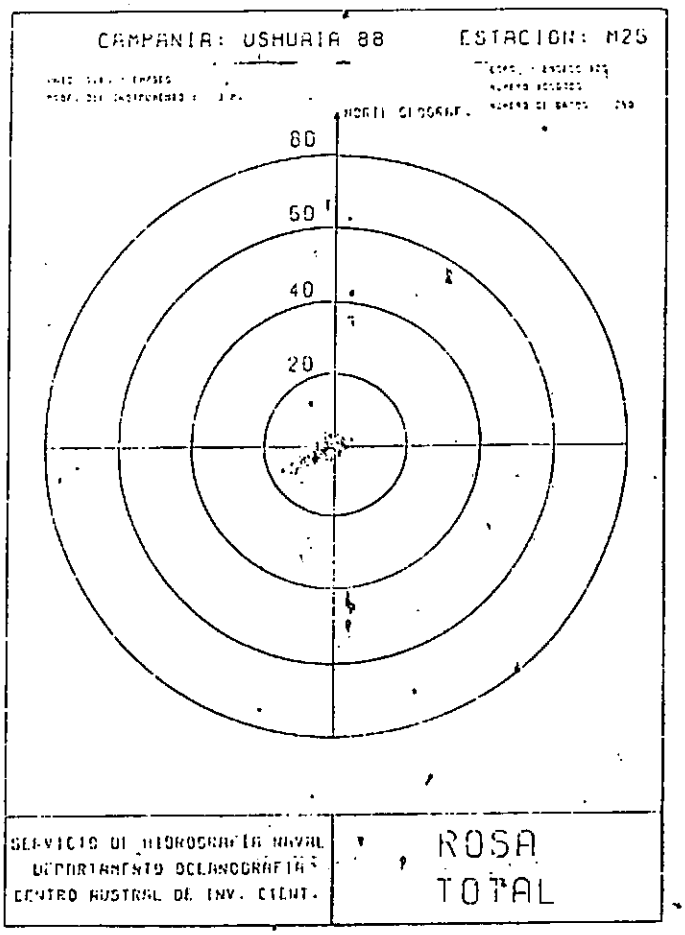
INSTRUMENTO : ENDECO 105 — LONGITUD 68 17 01 W.

PREDICCION AMPLIADA

CORRIENTE PERMANENTE : 5.5 CM/SEG DIRECCION : 125°

INTERVALO	VEL. Y DIRECCION MEDIAS		VELOC	VELOC
	VELOCIDAD (CM/S)	DIRECCION (°)	SIC.DIA	CUADRAT
6 HS ANTES	1.7	203	2.4	1.0
5 HS ANTES	1.8	221	2.5	1.1
4 HS ANTES	1.6	238	2.2	1.0
3 HS ANTES	1.3	250	1.8	0.8
2 HS ANTES	0.9	297	1.3	0.5
1 H. ANTES	1.1	349	1.5	0.6
PLEAMAR	1.6	15	2.2	1.0
1 H. DESPUES	1.9	33	2.7	1.1
2 HS DESPUES	1.7	53	2.4	1.0
3 HS DESPUES	1.2	77	1.7	0.7
4 HS DESPUES	0.9	132	1.3	0.5
5 HS DESPUES	1.2	170	1.7	0.7
6 HS DESPUES	1.5	195	2.1	0.9

NOTA : MAREA REFERIDA A ESTACION MAREOGRAFICA USHUAIA



SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL
DEPARTAMENTO OCEANOGRAFIA
CENTRO AUSTRAL DE INV. CIENT.

ROSA TOTAL

ESTACION : MOVIL 25 — LATITUD 54 48 25 S.

INSTRUMENTO : ENDECO 105 — LONGITUD 68 18 02 W.

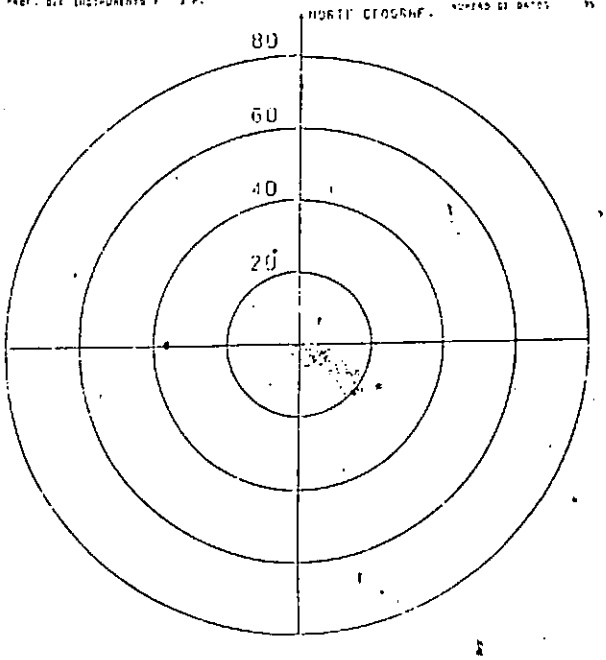
PREDICCION AJUSTADA

CORRIENTE PERMANENTE : 2.0 CM/SEG DIRECCION : 253°

INTERVALO	VEL. Y DIRECCION MEDIAS		VELOC	VELOC
	VELOCIDAD (CM/S)	DIRECCION (°)	SIC.DIA	CUADRAT
6 HS ANTES	1.3	212	1.8	0.8
5 HS ANTES	2.2	243	3.1	1.3
4 HS ANTES	3.0	259	4.2	1.8
3 HS ANTES	2.7	273	3.8	1.6
2 HS ANTES	2.0	289	2.8	1.2
1 H. ANTES	1.2	325	1.7	0.7
PLEAMAR	1.3	32	1.8	0.8
1 H. DESPUES	2.2	61	3.1	1.3
2 HS DESPUES	2.9	76	4.1	1.7
3 HS DESPUES	2.9	90	4.1	1.7
4 HS DESPUES	2.2	104	3.1	1.3
5 HS DESPUES	1.4	130	2.0	0.8
6 HS DESPUES	1.1	194	1.5	0.7

NOTA : MAREA REFERIDA A ESTACION MAREOGRAFICA USHUAIA

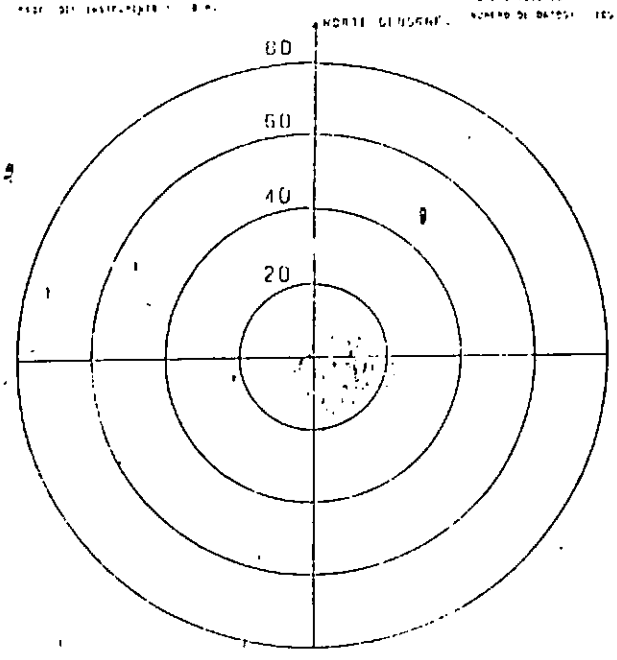
CAMPANIA: USHUAIA 88 ESTACION: M13



SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL
DEPARTAMENTO OCEANOGRAFIA
CENTRO AUSTRAL DE INV. CIENT.

ROSA
TOTAL

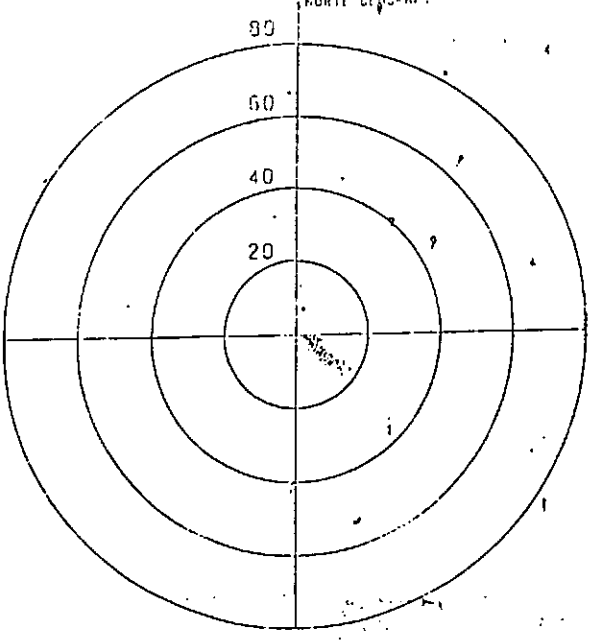
CAMPANIA: USHUAIA 88 ESTACION: M14



SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL
DEPARTAMENTO OCEANOGRAFIA
CENTRO AUSTRAL DE INV. CIENT.

ROSA
TOTAL

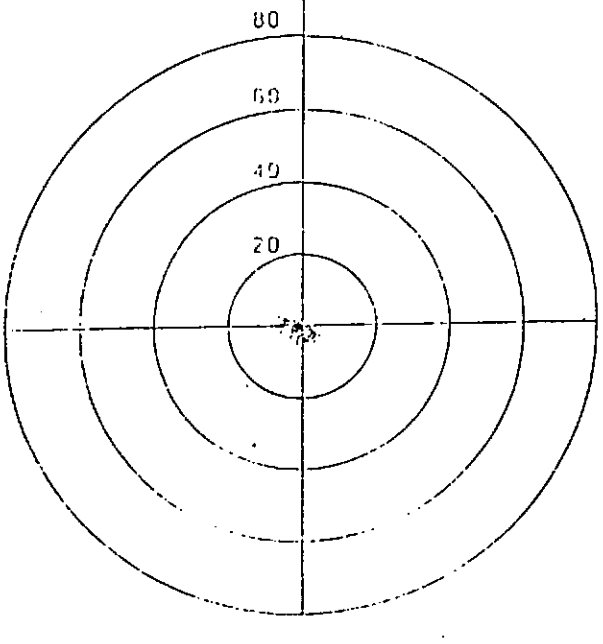
CAMPANIA: USHUAIA 88 ESTACION: M17



SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL
DEPARTAMENTO OCEANOGRAFIA
CENTRO AUSTRAL DE INV. CIENT.

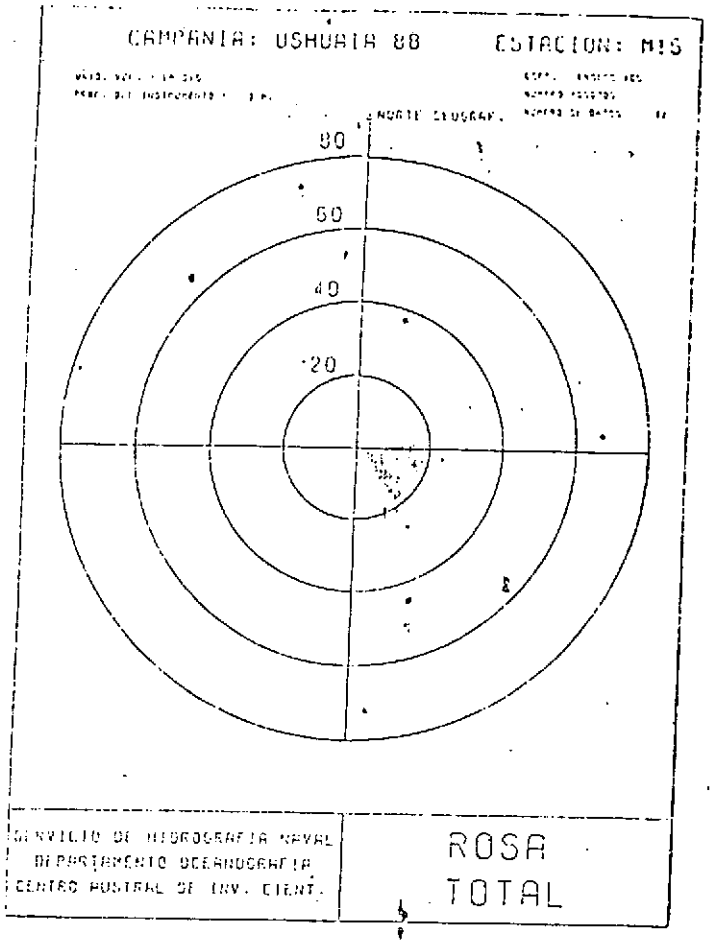
ROSA
TOTAL

CAMPANIA: USHUAIA 88 ESTACION: M24



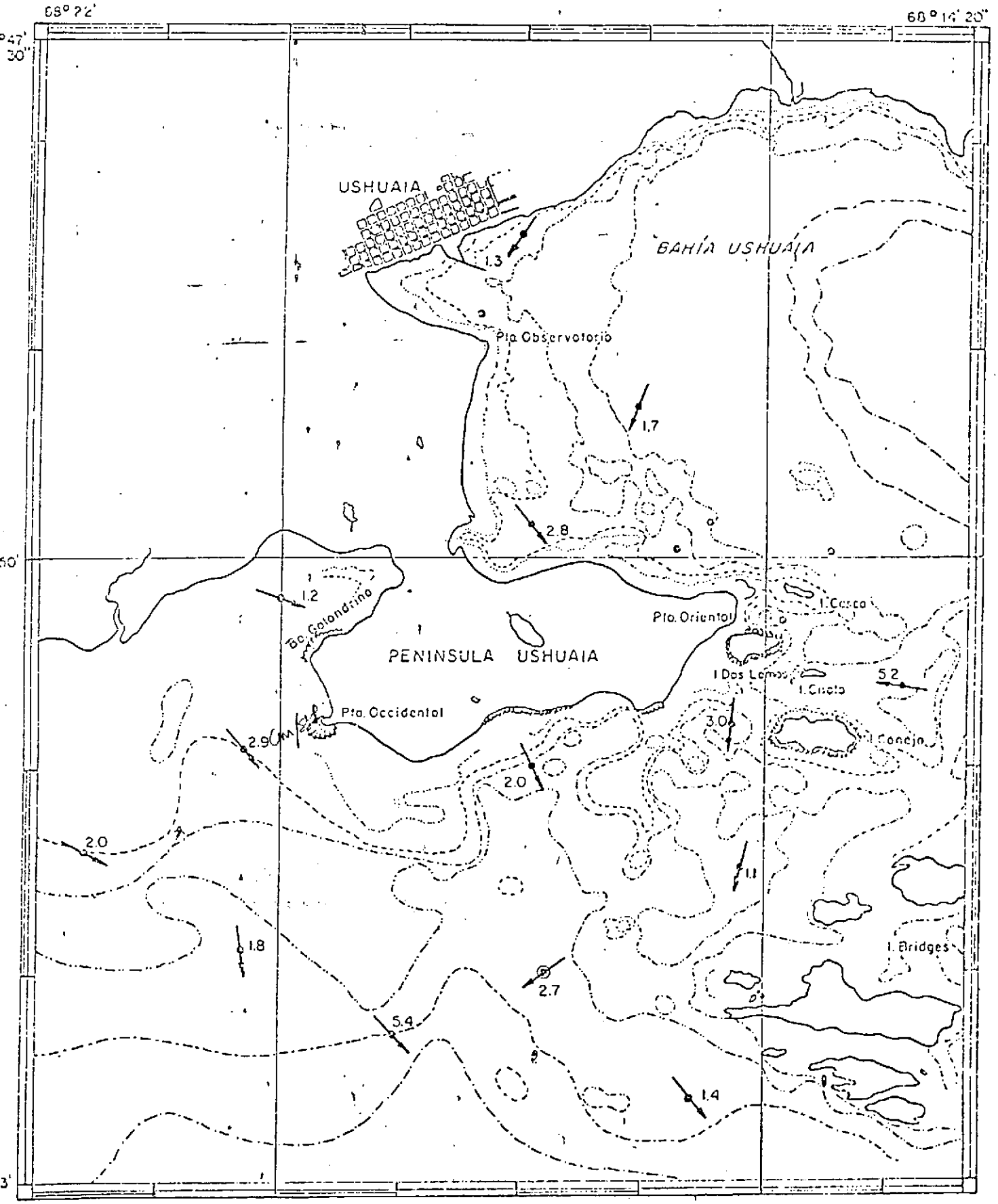
SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL
DEPARTAMENTO OCEANOGRAFIA
CENTRO AUSTRAL DE INV. CIENT.

ROSA
TOTAL

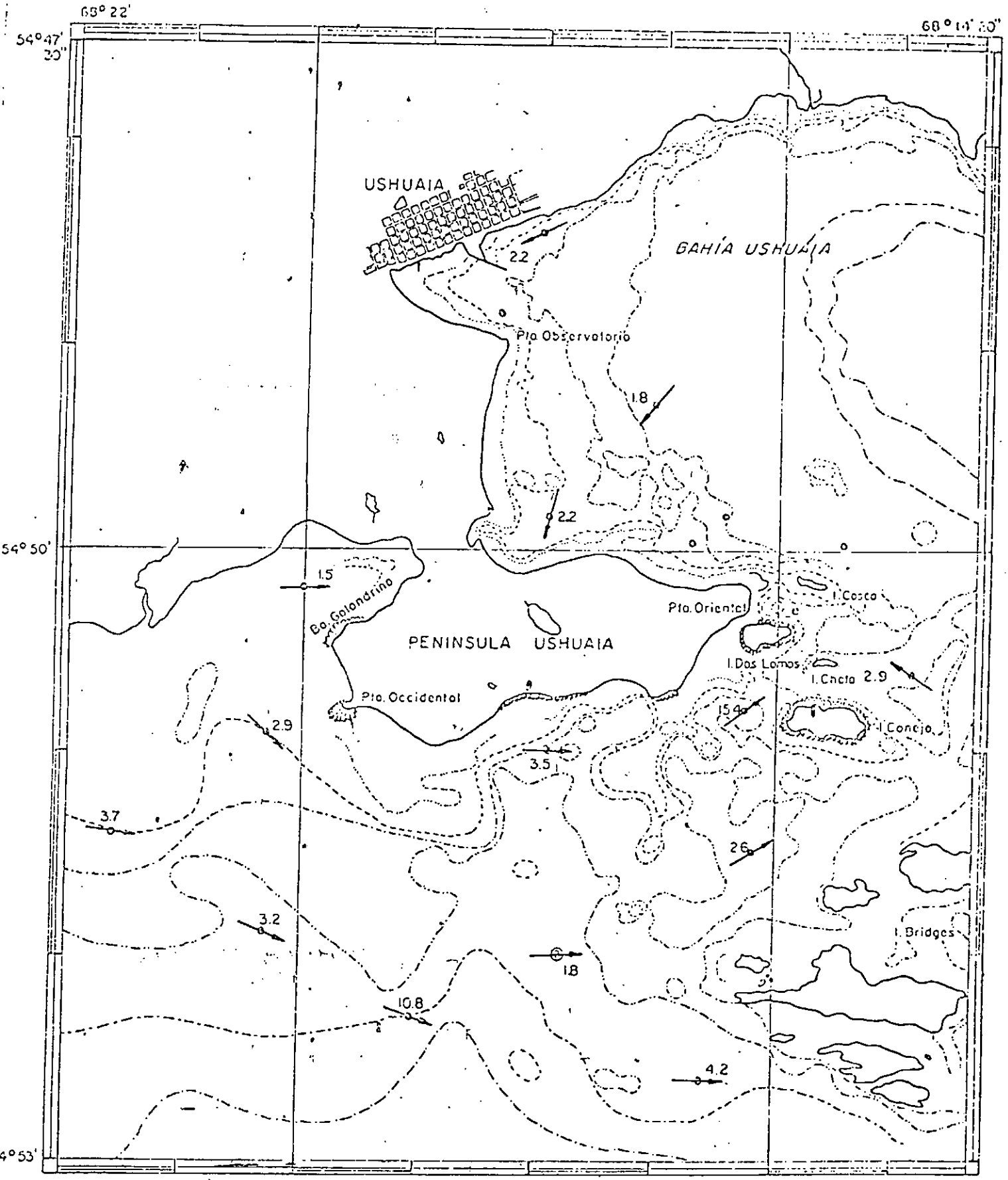


SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL
DEPARTAMENTO OCEANOGRAFIA
CENTRO AUSTRAL DE INV. CIENT.

ROSA
TOTAL



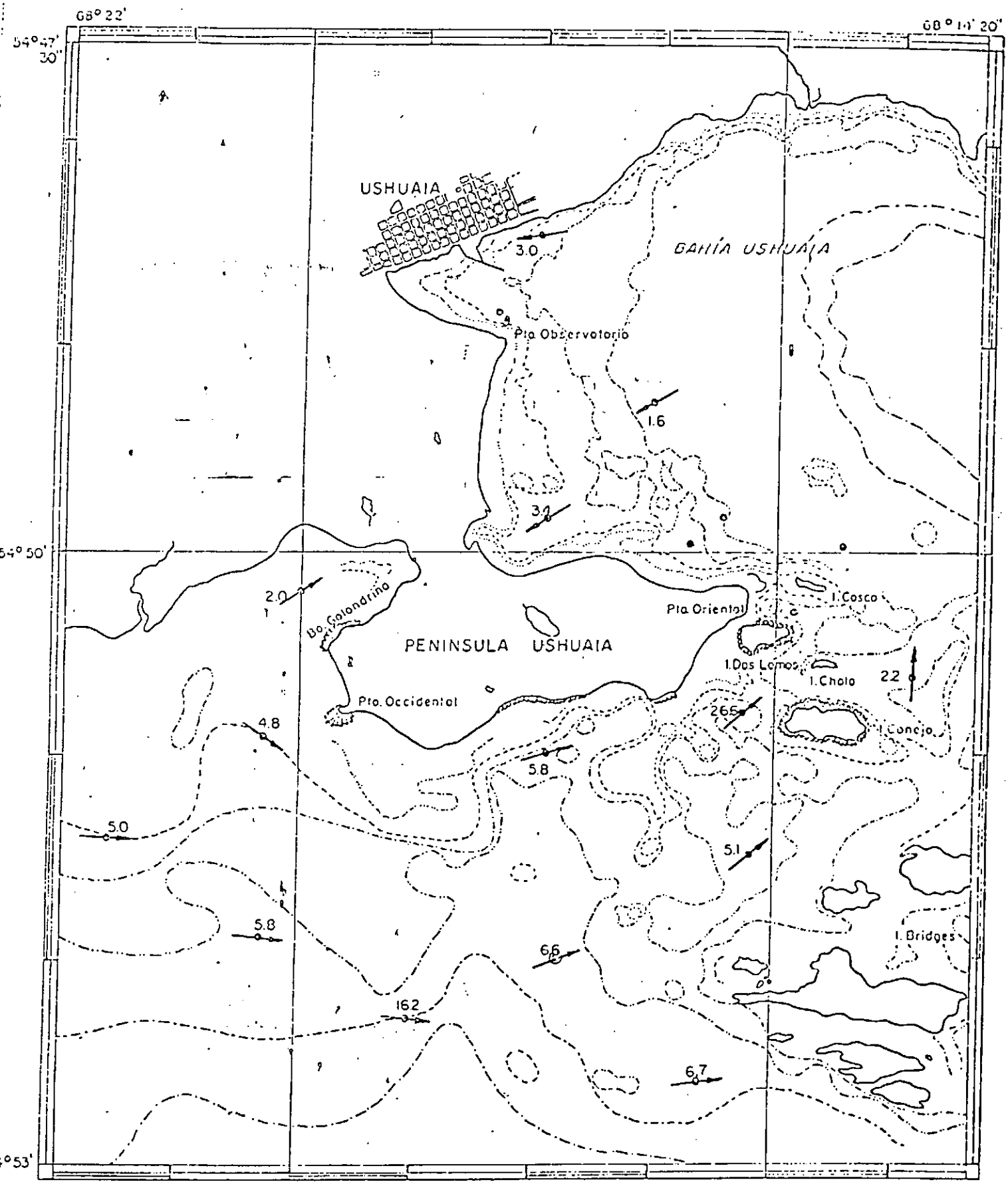
Corrientes de marea, 6 hs. antes de la pleamar.



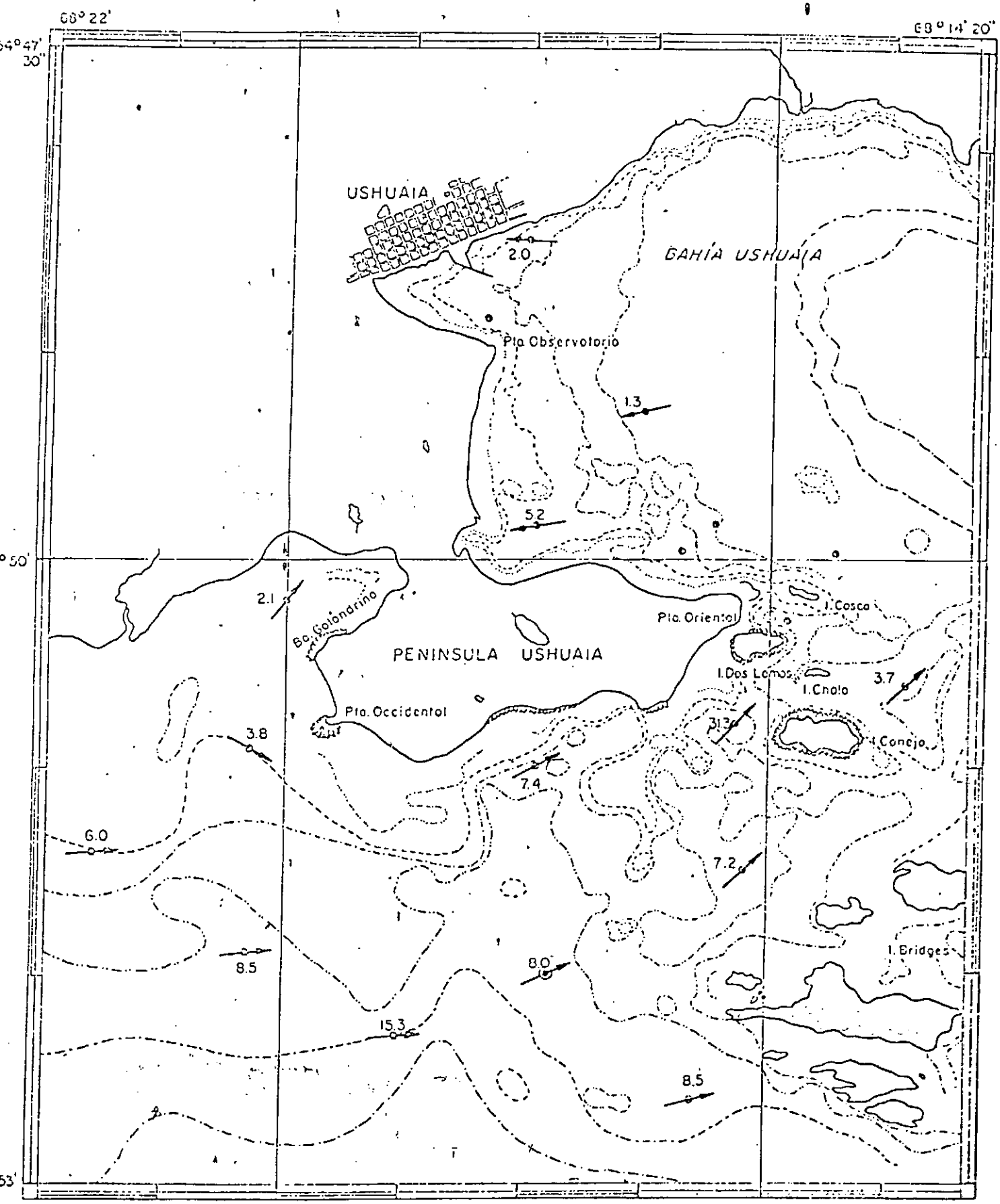
Corrientes de marea, 5 hs. antes de la pleamar.

68

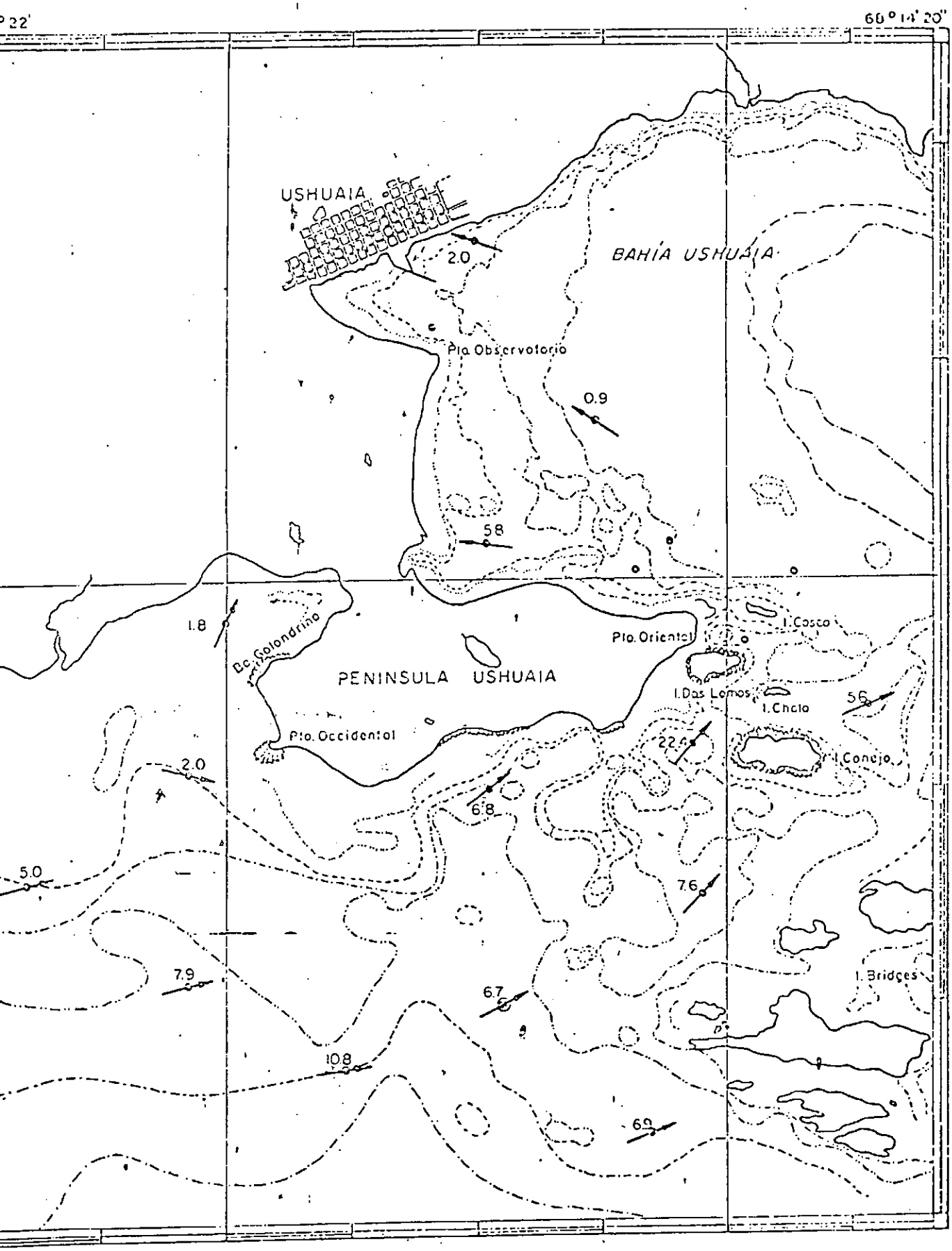
$\tau = cm/seg$



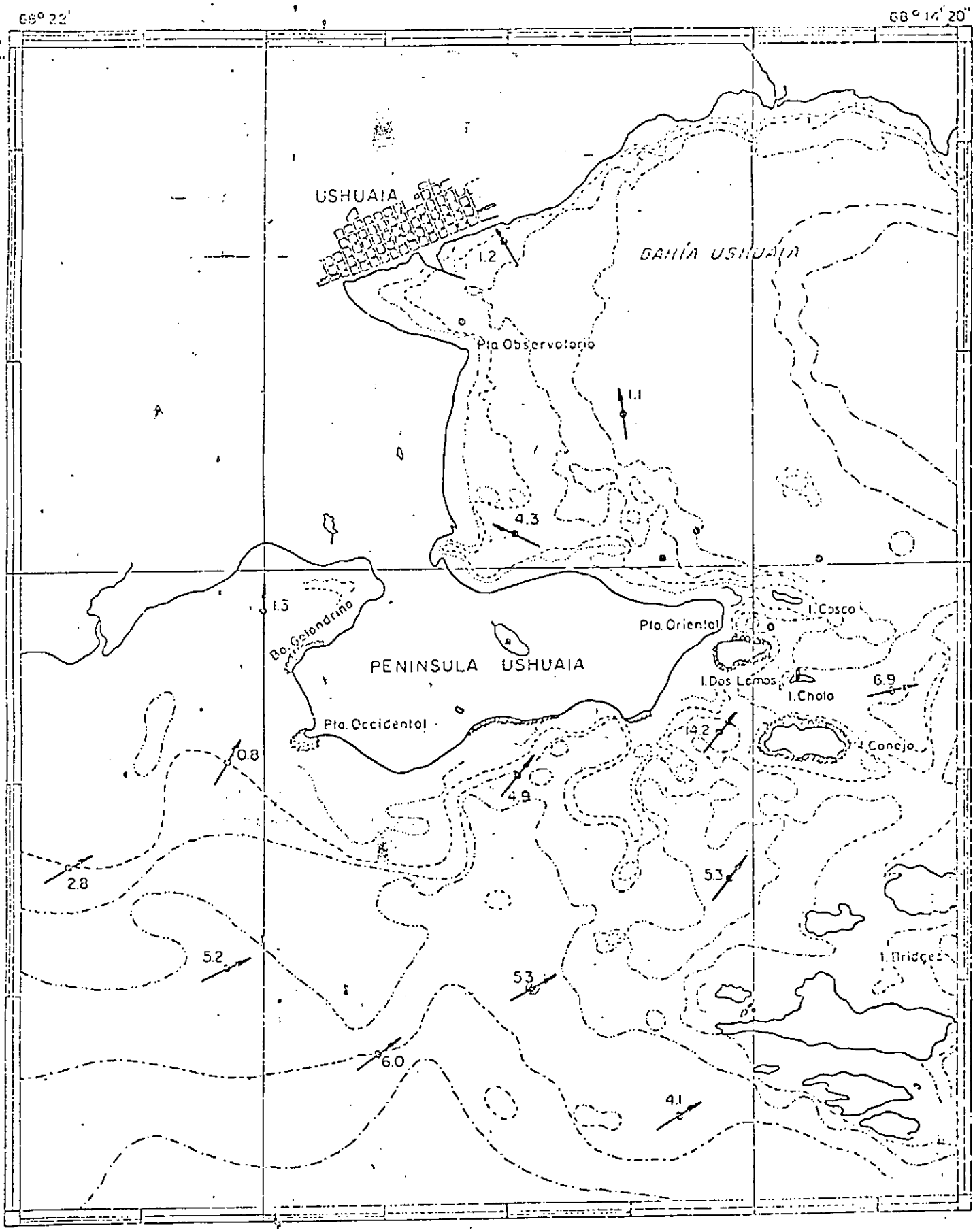
Córrientes de marea, 4 hs. antes de la pleamar.



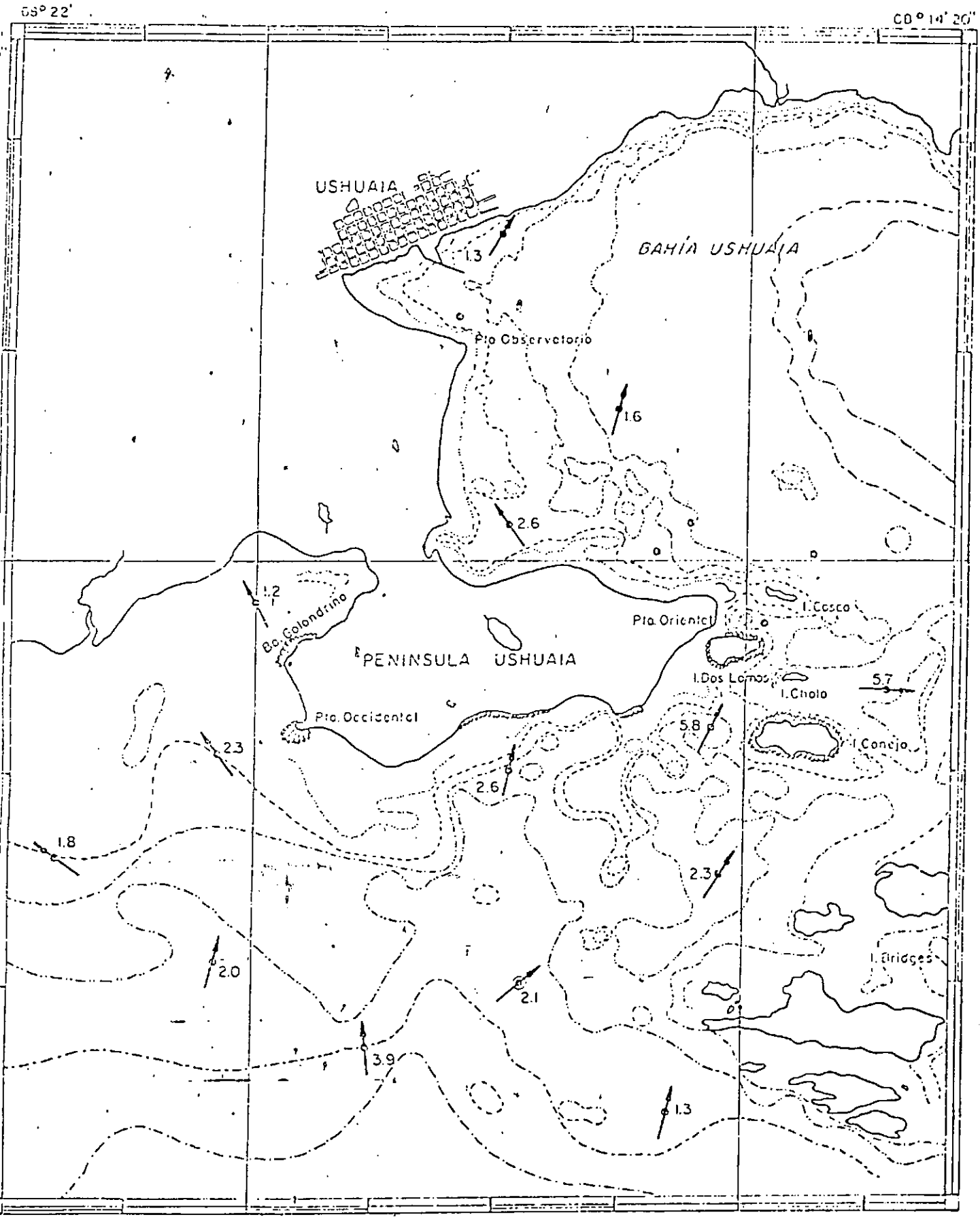
Corrientes de marea, 3 hs. antes de la pleamar.



Corrientes de marea, 2 hs. antes de la pleamar.

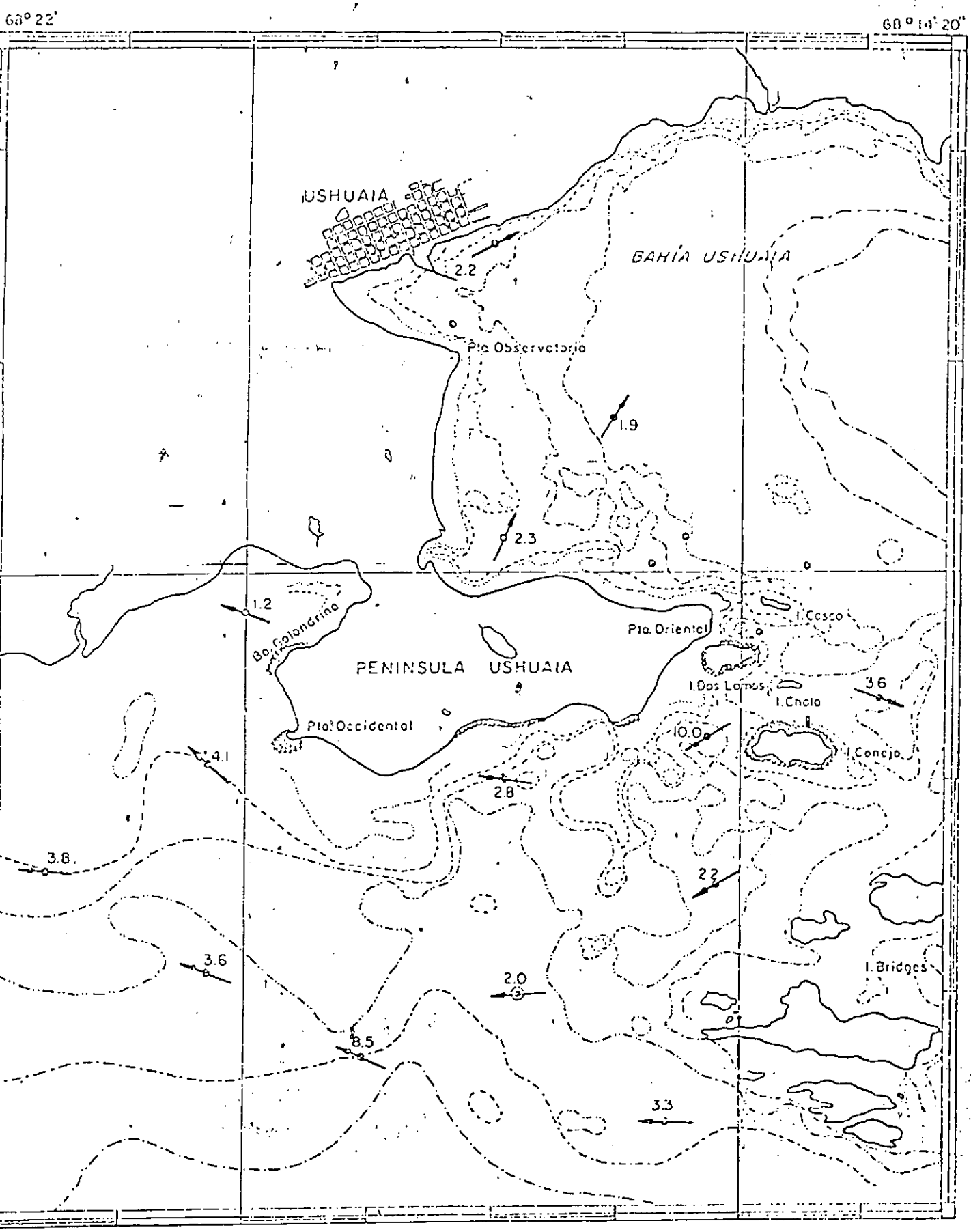


Corrientes de marea, 1 h. antes de la pleamar.

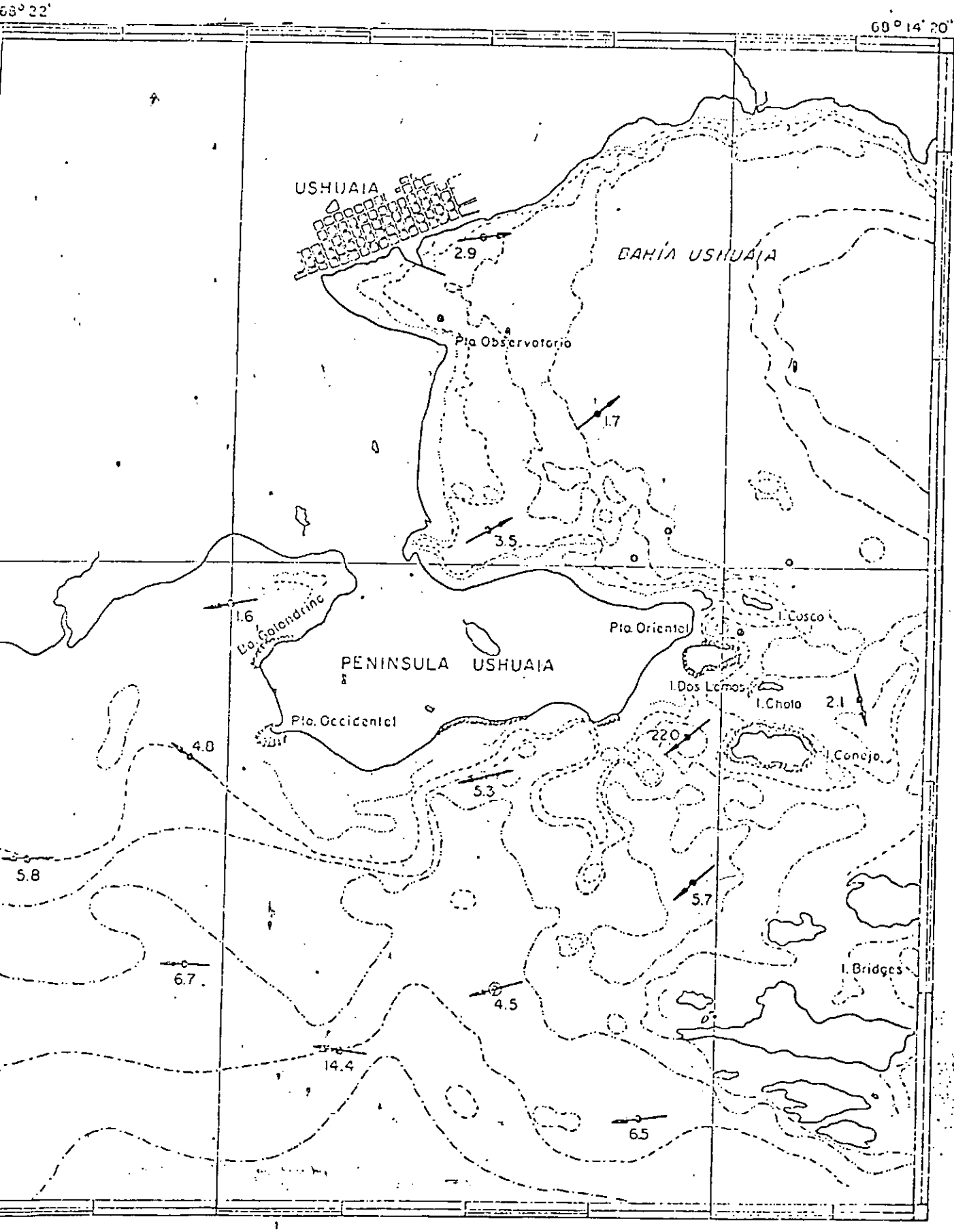


73

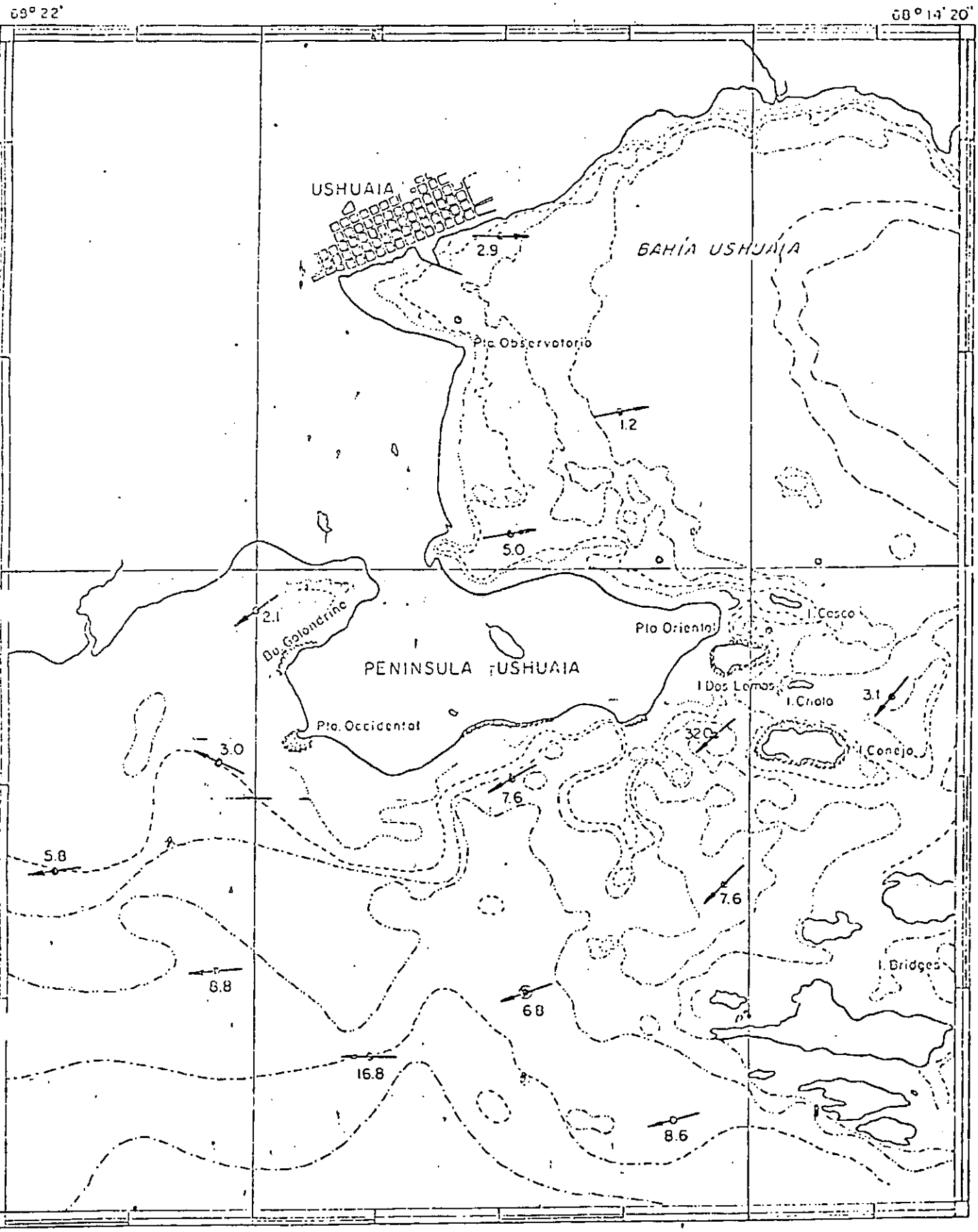
Corrientes de marea, en el instante de la pleamar.



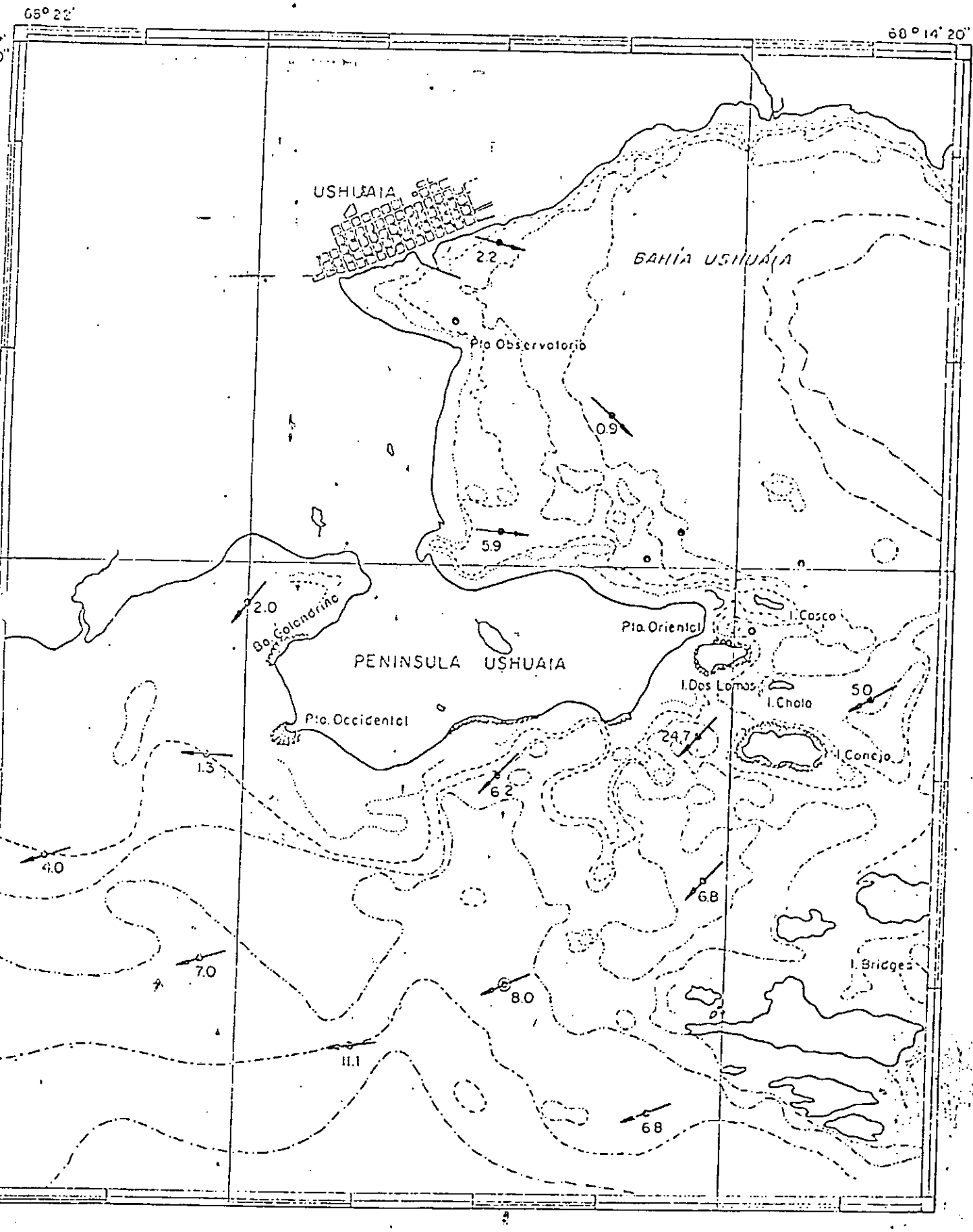
Corrientes de marea, 1 h. después de la pleamar.



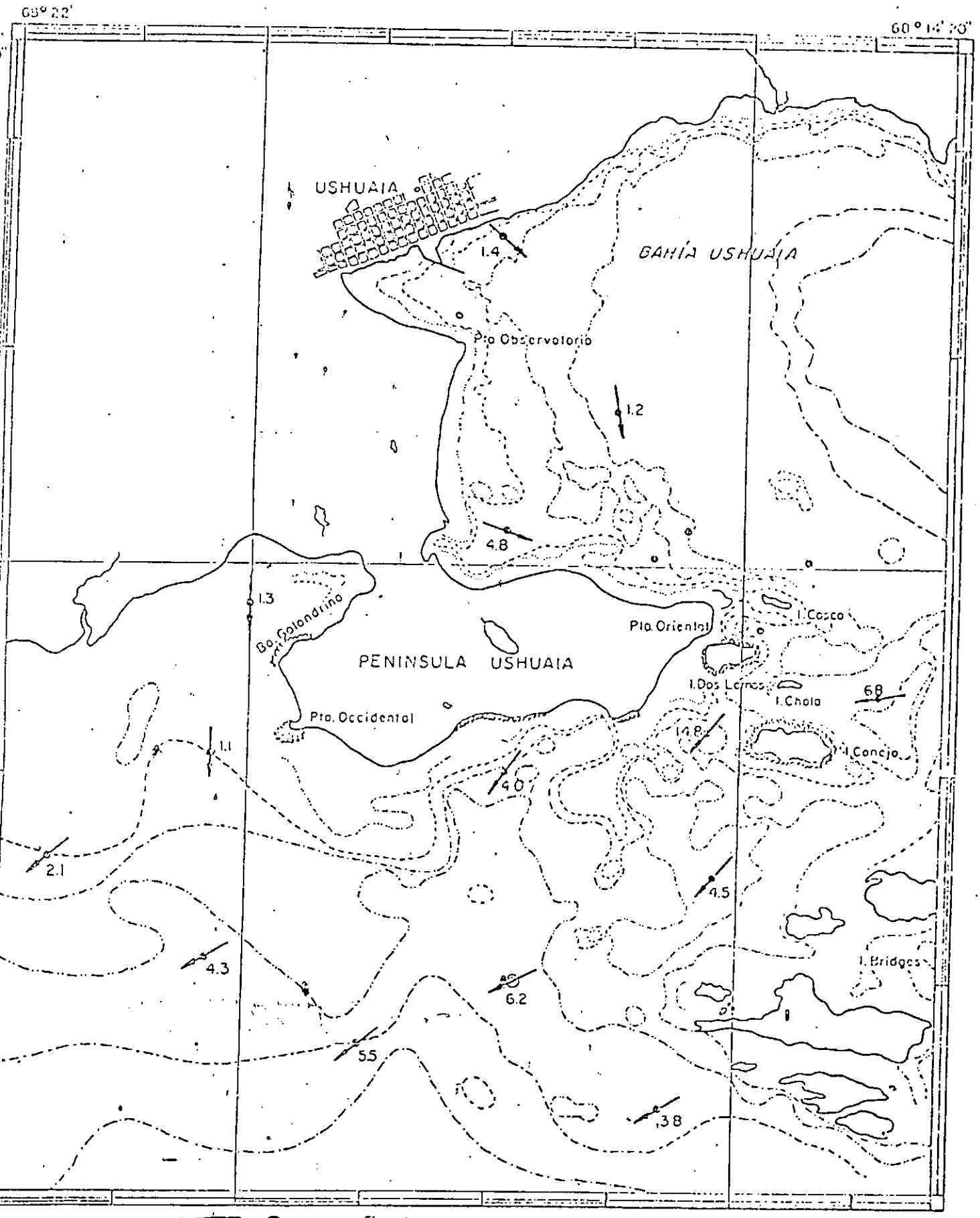
Corrientes de marea) 2 hs. después de la pleamar.



Corrientes de mareá, 3 hs. después de la pleamar.

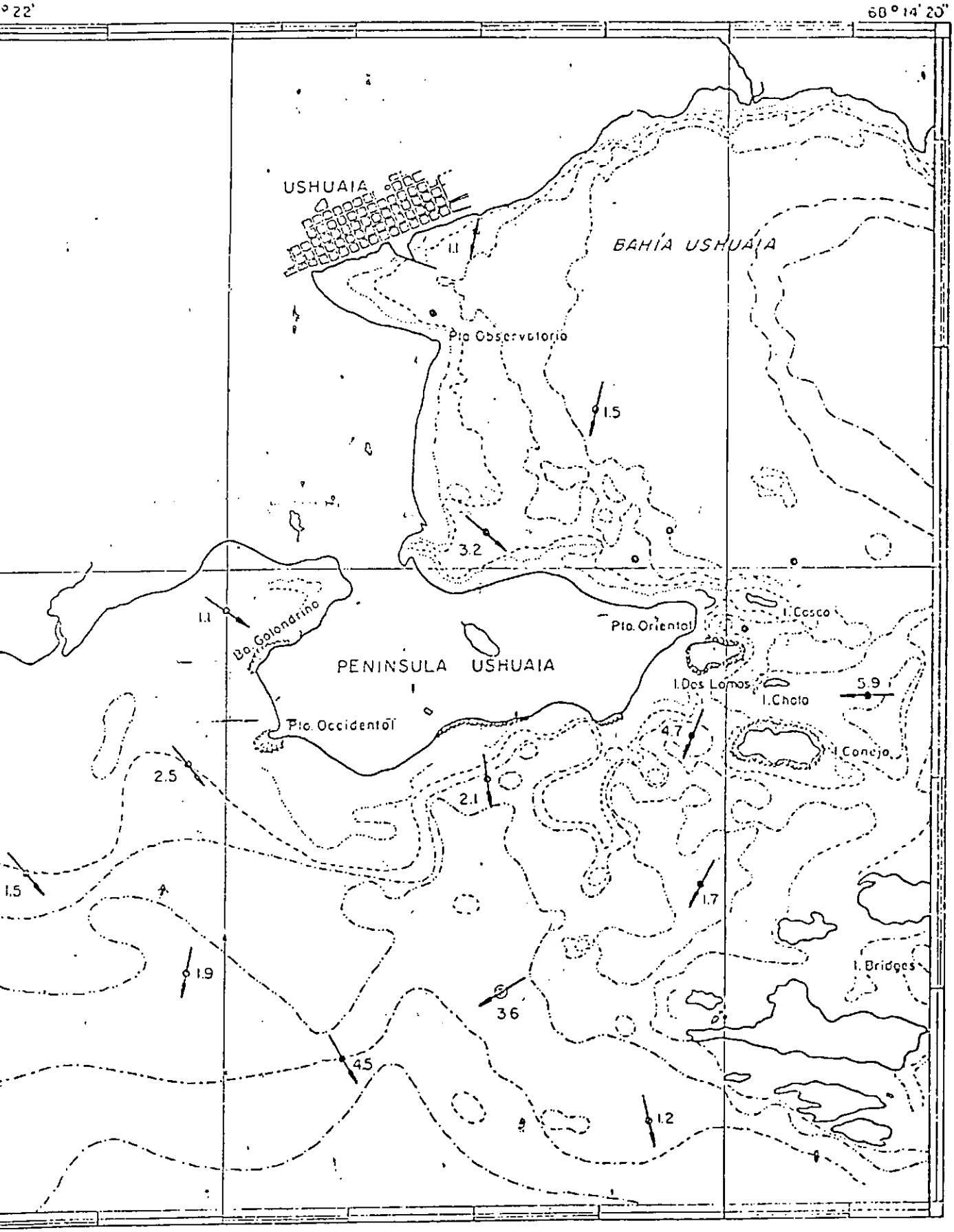


Corrientes de marea, 4 hs. después de la pleamar.



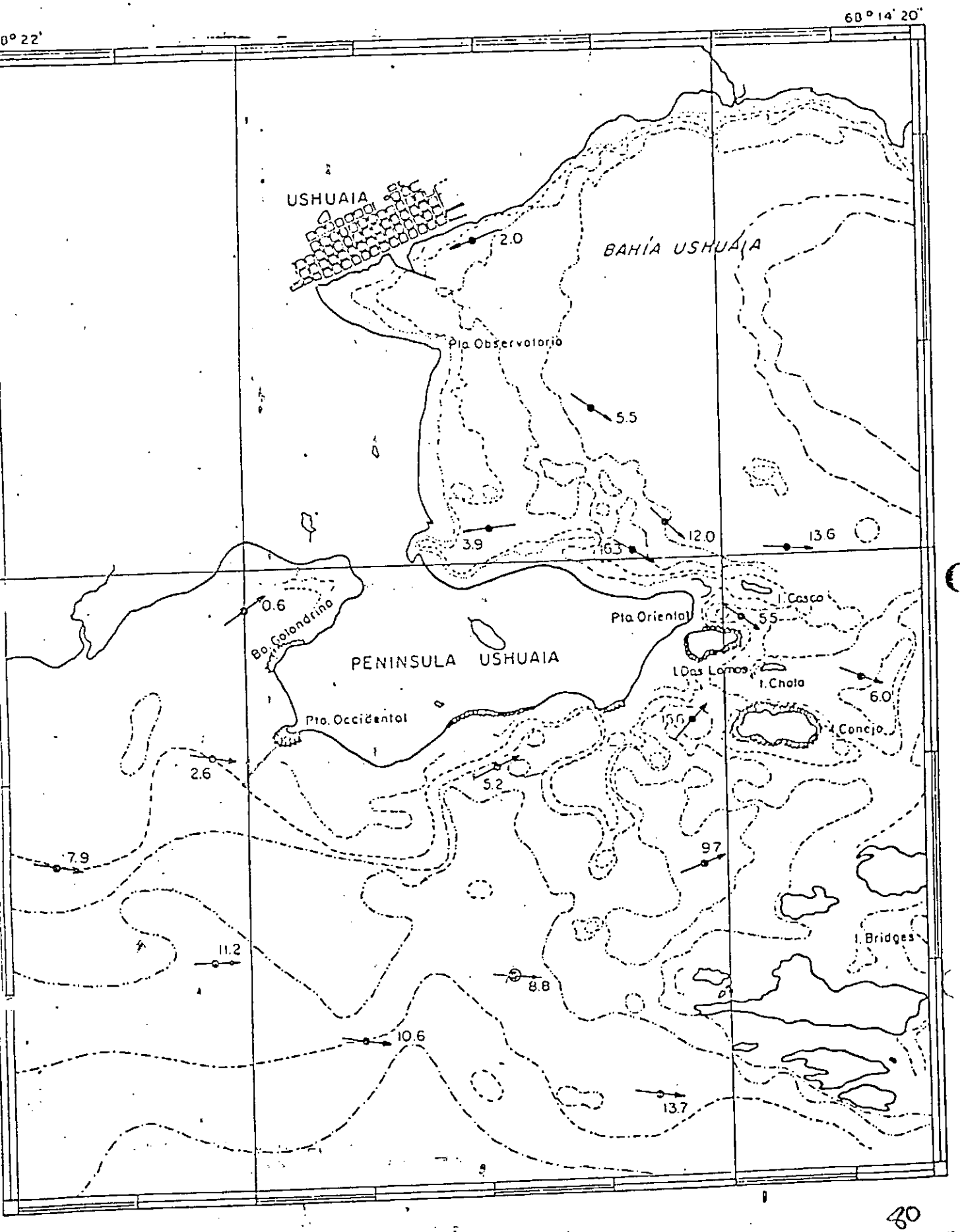
Corrientes de marea, 5 hs. después de la pleamar.

78



Corrientes de marea, 6 hs. después de la pleamar.

79



80

Corriente permanente o residual.

de 63

ANEXO VI

INFORME SOBRE ESTUDIOS DE MAREAS

MUELLE COMBUSTIBLE
2/3/77

N

MUELLE COMERCIAL
6/3/77

[illegible] DE LA
[illegible] NOTARIOS
[illegible] ENTINA S/N
T. L [illegible] USHUAIA (T.F.)

I N T R O D U C C I O N

Con la finalidad de conocer la circulación en la Bahía Ushuaia y Golondrina, a fin de proyectar las nuevas descargas cloacales de la unidad de Ushuaia, se hicieron observaciones de corrientes.

Las velocidades son de relativa importancia y las direcciones muestran la influencia de fuerzas debido a la marea y a las producidas por la tensión del viento.

AREA DE ESTUDIO

De acuerdo a lo solicitado por la Gobernación, el área estudiada abarca la Bahía de Ushuaia y la Bahía Golondrina (Carta 1).

La Bahía de Ushuaia es de forma aproximadamente circular con profundidades notables e isobatas que siguen sensiblemente la línea de la costa.

Las características propias de la costa, parecen indicar que en un número importante de lugares, las aguas poseen muy escasa capacidad de rápida renovación.

La Bahía Golondrina, de configuración elíptica, parecería ser un lugar más abierto y posiblemente de más sencilla y rápida renovación de aguas.

INSTRUMENTAL Y EQUIPOS UTILIZADOS

Siguiendo la metodología utilizada comunmente para este tipo de estudios, se trató de emplear todos aquellos elementos con el fin de realizar mediciones con la técnica lagrangiana y euleriana.

Asimismo, no sólo se intentó conocer la respuesta puntual, sino que aún con muestreo discreto se trató de ampliar el conocimiento del campo de velocidades en la horizontal y la vertical. Para esta finalidad se usaron: flotadores superficiales, correntómetros a lectura directa y correntógrafos in situ.

Las posiciones de los flotadores fueron tomadas por medio de teodolitos en tierra, situados sobre una poligonal.

METODOS DE TRABAJO

a) Flotadores (Figura 2)

Los teodolitos para dar posición a los flotadores, se situaron, en Bahía Ushuaia, sobre los puntos:

1) Baliza Muelle (Muelle Comercial)

2) Pilar 5450 C

3) Pilar Río Olivia

para la Bahía Golondrina, en:

4) Pilar Sur

5) Morro I

6) Morro II

7) VOR

8) RB (Radio Baliza)

(Carta 1)

Para la correcta ubicación de algunas de estas estaciones se midió y calculó una poligonal auxiliar

b) Troncos derivantes

Como elemento accesorio a fin de poseer mayores elementos de juicio, se lanzaron troncos derivantes los cuales fueron situados por medio de un helicóptero y teodolitos en tierra.

c) Correntómetro a lectura directa

Para la medición de dirección y velocidad de la corriente, a 3 profundidades (superficie, media y a un metro del fondo) se arrió un correntómetro Hydro Products Modelo 460/465, desde la lancha que se hallaba fondeada por proa. Se efectuaron 4/6 lecturas con el instrumento en condiciones aproximadamente estables.

La posición de la embarcación, en Bahía Ushuaia, se determinó con equipo Radar y compás de buque.

En Bahía Golondrina, se realizó la estima de la posición de la embarcación por los accidentes costeros.

d) Correntógrafos in situ

Se usó el modelo 505 de Hydro Products, midiendo la corriente superficial, por arriado del instrumento desde la lancha.

Los registros se realizaron por intervalos de 10/11 horas continuadas.

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

a) Bahía Golondrina y Costa Sur Península Ushuaia

(Figura 1 y Cartas 5, 6 y 11)

Fecha: 5 de marzo de 1977

Se realizaron observaciones con troncos derivantes, flotadores y correntómetro; de las cuales se dedujo una corriente con:

Dirección: 67°

Velocidad mínima: 0.12 nudos

Velocidad máxima: 0.30 nudos

Durante la medición se constató la existencia de un viento acorde con lo hallado, estando además, la marea en creciente.

Fecha: 9 de marzo de 1977

En Bahía Golondrina, con condiciones de viento cero no se hallaron velocidades mayores que 0.08 nudos, en la superficie y a 1 metro de profundidad, tanto en creciente como en bajante.

Sobre la costa Sur de la Península Ushuaia, se halla una respuesta en dirección correspondiente a corrientes reversibles. Las velocidades registradas son muy azarosas, lo cual no permite definir precisamente el fenómeno.

b) Bahía Ushuaia

Fecha: 24 de febrero de 1977

Se siguieron tres flotadores, de 10 a 14 horas, y otros tres de 15.50 a 20 horas. De 10 a 16 horas hubo marea bajante (79 cm) y luego creciente hasta las 22 horas (103 cm). Vientos del SW hasta las 17 horas y del NW después, con una velocidad de 11 a 18 nudos (Carta 2 y Figura 2).

En bajante los flotadores se dirigen al ENE con velocidades de hasta 0.65 nudos, en creciente dos de ellos van al SE y SSE, con velocidades de hasta 0.70 nudos y el tercero toma dirección E. Las direcciones están unos 20° a la derecha del viento.

Lo ocurrido en bajante coincide con lo esperado para ese viento y marea; lo que ocurre en creciente se justifica en base al viento, pero es opuesto a lo predecible por marea. El cambio de dirección observado a las 17 horas

puede deberse al cambio de viento o a la marea.

Fecha: 25 de febrero de 1977

Se siguieron tres flotadores, de 10 a 15 horas; de 11 a 16 horas: bajante de 61 cm y vientos de 12 a 22 nudos del NW (Carta 3 y Figura 1).

Los flotadores van aproximadamente hacia el S o SSE, con velocidades de hasta 0.65 nudos; esta dirección está 30°a la derecha del viento y es compatible con la bajante. No es posible separar los efectos.

Fecha: 1 de marzo de 1977.

Se siguieron tres flotadores entre las 10 y 18.30 horas; creciente de 85 cm hasta las 15 horas y luego bajante de 52 cm; vientos de aproximadamente 14 nudos, con dirección variable, pero tendencia, WSW (Carta 4 y Figura 2)

La trayectoria de los flotadores es aproximadamente NE hasta las 16/16.30 horas y después SE en forma bien definida. Esta dirección está aproximadamente 10° a 30° a la derecha del viento y es compatible con la bajante; los flotadores responden en forma inmediata a los cambios del viento. Velocidad máxima: 0.65 nudos.

Es indudable que estas mediciones son el resultado de un sistema circulatorio altamente complejo, lo cual nos permite deducir que ya sea por efecto del viento, mareas, etc. existe siempre una circulación con direcciones variables.

Bahía Ushuaia. Correntógrafo

Muelle Comercial (Figura 3): se obtuvieron dos registros, ambos de 12 horas de duración y en superficie.

Fecha: 28 de febrero de 1977

De 11 a 22 horas, viento escaso. Entre 14 y 16 horas, de unos 12 a 16 nudos y fuera de ese lapso, nulo. Mareas crecientes de 49 cm hasta las 19 horas y la siguiente creciente de 102 cm de aplitud hasta las 02 horas. El registro en superficie fue constantemente nulo.

Fecha: 6 de marzo de 1977

De 12 a 23 horas: viento del NW hasta las 15 horas en general superior a 20 nudos y del SW luego de esa hora y de 14 a 24 nudos. Marea bajante hasta las 12 horas, de aplitud 143 cm; creciente de 12 a 18 horas, amplitud: 132 cm, luego bajante de 18 a 24 horas, de 134 cm de amplitud. Los valores registrados son inferiores a 0.05 nudos; la dirección es aproximadamente E hasta las 15 horas y luego SW.

Desembocadura del Río Olivia: se obtuvieron dos registros de 8 a 10 horas de duración en superficie.

Fecha: 1 de marzo de 1977

Registro de 10 a 20 horas: viento variable, en general del SSW de 8 a 16 nudos y rachas del NE y NW. Marea creciente de 8 a 15 horas con 93 cm de amplitud y bajante de 15 a 20 horas con 52 cm de amplitud. El registro muestra direcciones muy variables pero tendencia al SW y velocidades de 0.04 a 0.30 nudos.

Fecha: 8 de marzo de 1977

Registro de 10 a 18 horas, en superficie: viento del SW y SSW de 6 a 20 nu-

dos, en general 11 nudos. Marea bajante de 7 a 13 horas, de amplitud 144 cm y creciente de 13 a 19 horas, de amplitud 136 cm. El registro tiene clara dirección SE, la de la costa, con velocidad constante de 0.12 a 0.15 nudos.

Muelle de combustible: se obtuvo un registro de 9 horas en superficie.

Fecha: 2 de marzo de 1977

Registro de 10 a 19 horas: viento del SSW de 18 a 29 nudos, excepto dos horas de baja velocidad. Marea creciente de 9 a 15 horas, de amplitud 86 cm y bajante de 15 a 21 horas, de amplitud 72 cm. El registro indica dirección E, con velocidades de 0.05 a 0.08 nudos; esta dirección es aproximadamente la de la costa. Debe observarse que en las dos últimas horas de registro, las velocidades medidas son nulas, en coincidencia con la disminuación del viento.

Conclusiones

Si bien todos los registros son breves, todos duran más de medio ciclo de marea (6 horas en el lugar) y en cuatro de los cinco registros no se observan inversiones ni rotaciones del vector corriente, típicos en caso de marea. En el quinto registro se observa una inversión, con velocidades siempre inferiores a 0.05 de nudo, en el umbral del instrumento. Se concluye que no hay evidencia de que la marea sea un factor fundamental de la corriente en las estaciones en que se midio. Escepto en la estación Río Olivia del 1 de marzo de 1977, los demás registros pueden ser explicados como una deriva inducida por el viento.

Bahía Ushuaia. Correntómetro

Se realizaron mediciones en cuatro días diferentes: 23 y 24 de febrero; 7 y 8 de marzo de 1977.

En las tres primeras fechas no fue posible completar la serie de mediciones previstas para la jornada por el fuerte viento que afectando el mar hizo materialmente imposible trabajar a bordo de la lanchas, además, el 24 de febrero el instrumento sufrió una falla mecánica, por lo que debió enviárse a Buenos Aires para su reparación. El 8 de marzo y durante casi todo el día, la bahía estuvo completamente calma.

Fecha: 23 de febrero de 1977

(Carta 7 - Figura 2)

Las mediciones se realizaron entre las 12.30 y 19.30 horas; el viento sopló del NW con una velocidad de 10 a 12 nudos, excepcionalmente 16 nudos. La marea estuvo en bajante de 9 a 15 horas con una amplitud de 93 cm y creciente de 15 a 22 horas, con una amplitud de 106 cm.

Las cuatro estaciones aproximadamente costeras muestran velocidades de 0.08 a 0.33 nudos en superficie, en dos de ellas la dirección es paralela a la costa, pero en las otras es casi normal a la misma. En dos estaciones la velocidad subsuperficial es nula, no así en las otras dos que es algo menor que en superficie. Las direcciones no coinciden con las de superficie.

En las estaciones no costeras las velocidades en superficie fueron de 0.14 a 0.31 de nudo y casi nulas bajo superficie (menores que 0.03 de nudo).

El espaciamiento en tiempo de las mediciones no permite reconstruir el sistema de corrientes en ese día. Parece concluirse de estas mediciones que la corriente de marea, si está presente, es muy débil, ya que cinco estaciones no registran corriente subsuperficial y dos presentan direcciones distintas a la de superficie. Además las estaciones C4 y C7 registran direcciones en superficie precisamente opuestas a lo que se esperaría por el estado de marea presente.

Fecha: 24 de febrero de 1977

(Carta 8 - Figura 2)

Se realizaron unas pocas mediciones de 11 a 15 horas y una aislada a las 18 horas, sin poder completar el programa diario por desperfecto del instrumento.

En el Muelle Comercial se registró en superficie y a media profundidad una corriente muy baja, ambas en dirección paralela a la costa, las otras cuatro estaciones no registran corriente bajo la superficie, ni aún en Río Olivia, en que la corriente superficial medida fue de 0.48 nudos ni en C4, en que fue de 0.33 nudos.

Los valores medidos no pueden explicarse por mareas, ya que los valores subsuperficiales son nulos; además no coinciden con el viento o incluso le son opuestos. Por lo tanto cabe suponer que se ha registrado en superficie sólo movimiento orbital debido al oleaje.

Fecha: 7 de marzo de 1977

Carta 9 - Figura 2)

91

Las mediciones con correntómetros se reiniciaron en este día tras la reparación en Buenos Aires del instrumento. Viento: del SSW, entre 12 y 30 nudos, que hizo imposible completar las mediciones. Sólo se cubrieron tres estaciones durante la bajante, iniciada a las 06 horas hasta las 12 horas, con 157 cm de amplitud. En C11, cerca de Río Olivia, se registró apenas 0.10 nudos en superficie con dirección E y nada bajo superficie, esta dirección puede ser explicada tanto por el viento como por marea.

En C51 se registró una corriente alta, 0.61 de nudo, con dirección SSE, a 1.20 m de profundidad, que coincide con lo esperado allí por marea. Debe observarse que esta estación está en un estrecho (ver batimetría). La estación C41 registra 0.51 nudo en superficie, con dirección SW y nula en profundidad, se estima que esta medición corresponde al oleaje.

Fecha: 8 de marzo de 1977

En este día se ocuparon 5 estaciones costeras, tanto en creciente como en bajante; la bahía prácticamente careció de oleaje (Figura 2 - Carta 10). Viento: del SW y SSW, velocidad de 8 a 14 nudos, con un valor máximo de 20 nudos, registrado a las 16 horas. Marea: bajante de 7 a 13 horas, de amplitud 144 cm y luego creciente hasta las 19 horas de amplitud 136 cm.

De las 10 estaciones ocupadas, nueve no registraron corriente alguna bajo la superficie, la décima (C32) sólo registra 0.07 nudos a 2 m de profundidad, pero nada cerca del fondo. Esto indica la ausencia de una corriente de marea registrable.

Las corrientes superficiales no muestran cambio de dirección grande entre

la creciente y la bajante. Sus módulos van de 0.03 a 0.17 nudos en cuatro estaciones y 0.23 a 0.38 en la quinta, ubicada en un estrecho. La dirección, en todos los casos, corresponde a una creciente que abandona la bahía.

CONCLUSIONES

De las mediciones realizadas se concluye que, como era de esperar, debido a una marea con una máxima amplitud del orden de 1.60 m, no se producen corrientes fuertes y netas que definan el fenómeno como Corriente de Marea.

Las velocidades no son altas, pero se estima que son suficiente para que en su accionar sobre las bacterias éstas puedan ser trasladadas en largos recorridos, considerando, además, que la velocidad interviene en forma cuadrática.

Este primer estudio permite reconocer la complejidad de las áreas marinas estudiadas, donde la acción del viento es notable y condiciona la circulación, complicando así, la elección de un lugar apto para arrojar deshechos.

COMBUSTIBLE

MUELLE COMERCIAL
6/3/77

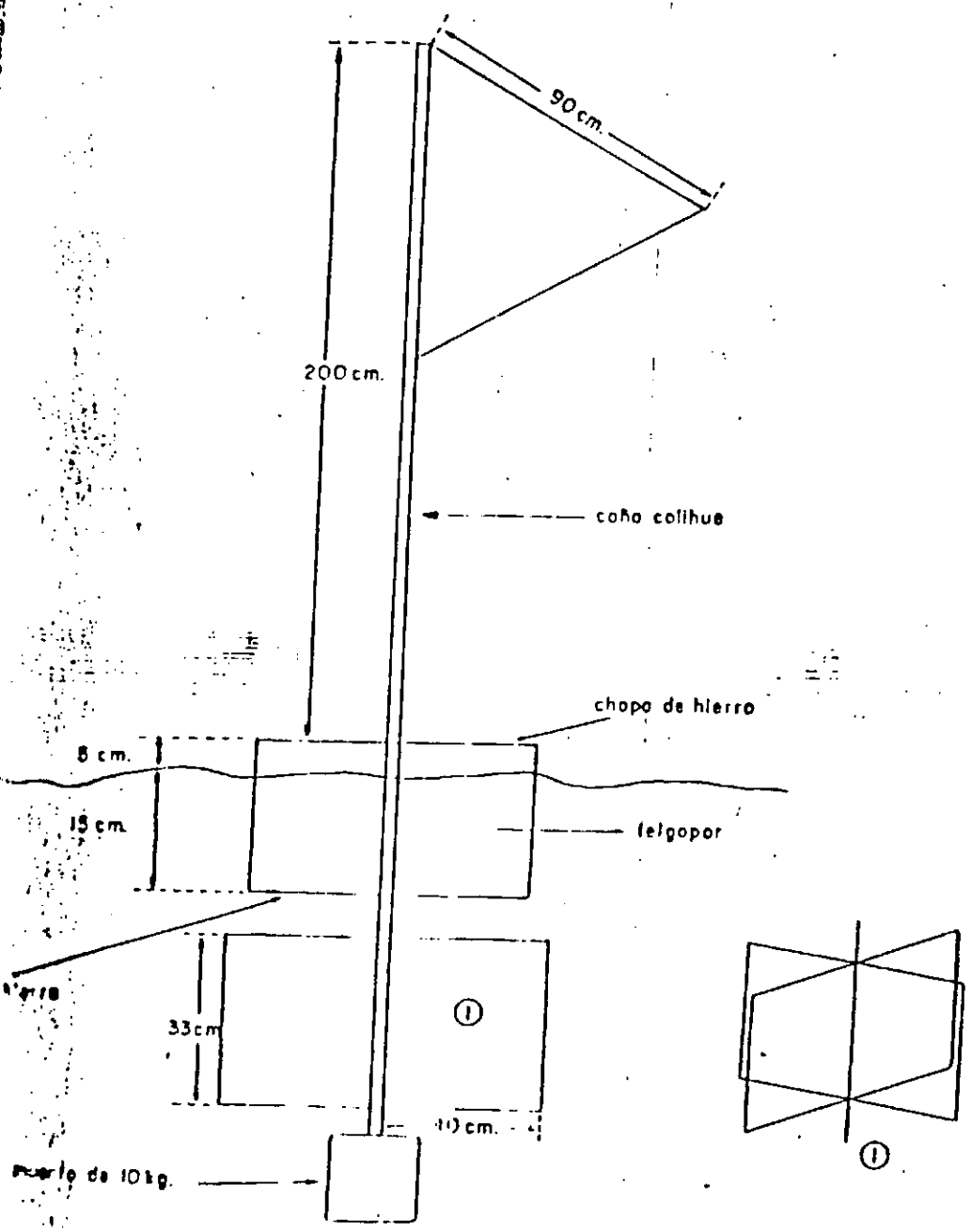


Figura 2

94

ANEXO VII

Ing. Miguel A. Marzinelli

Hoja 1 de 11

TAREA: USHUAIA - Disposición de líquidos cloacales

ANEXO VII (Continuación)

Prep. [signature] Fecha 21-09-92

Rev. _____ Fecha _____

1- Cálculos hidráulicos

1.1- Estudio del funcionamiento de la Estación Elevadora N° 2

Se instalaron tres bombas (una de reserva) Flygt MT 3300 cuya curva característica suministrada por el fabricante (Q-H para n=cte) se ilustra en el Gráfico N° VII-1

Se analizó el funcionamiento de los equipos de bombeo para una, dos, tres y cuarta (futura) bombas acopladas en paralelo dibujándose las correspondientes curvas Q-H.-

Estas curvas se corrigieron disminuyendo sus alturas de elevación en los correspondientes valores de pérdidas de carga en el tramo de D°=0,300m comprendido entre la salida de la bomba y el ramal de empalme con la tubería de impulsión D°=0,500m.

Estas pérdidas de carga se calcularon usando el gráfico N° VII-2 de longitudes equivalentes, como sigue:

Válvula de Diafragma D° 0300 - Abierta	L_{eq} = 2.40 m
Válvula de Retención D° 0300 - Abierta	L_{eq} = 3.60 m
Curva 90° D° 0,300 m	L_{eq} = 7.00 m
Curva 45° D° 0300 m	L_{eq} = 4.00 m
Ramal 45° D° 0,300x0,500	L_{eq} = 2.00 m
	ΣL_{eq} = 19.00 m
Tramo recto conducto D°=0,300m	L_c = 3,30 m
Longitud total D° 0300	L = 22,30 m.

96

En el Cuadro VII-1 se ordenan los distintos valores de pérdida de carga del tramo de D° = 0,300 m en función del caudal.

CUADRO VII-1

Q	j	L	Δh
m³/s	m/m	m	m
0,100	0,0078	22,30	0,173
0,150	0,017		0,371
0,200	0,029		0,667
0,250	0,049		1,112
0,300	0,057		1,284

Calculo de las pérdidas de carga en la tubería de impulsión

D° = 0,500 m

Longitud entre BR-4 y Cámara de descarga L_1 = 417,00 m

.2 Curvas de 90° D° = 0,500 L_{eq} = 21,00 m

Longitud total L = 438,00 m

Las pérdidas de carga por fricción para la gama de caudales se calcularon con el gráfico de Rouse (Gráfico N° VII-3) para un valor de la rugosidad absoluta k = 0,00004 m y viscosidad cinemática del agua a 15°C $\nu = 1,3 \times 10^{-6}$ m²/seg.

Los valores figuran en el cuadro contenido en el Gráfico VII - 4 -

Como puede apreciarse en este gráfico, el desnivel geométrico para condiciones límites del nivel de parada en el pozo de aspiración, cota +0,80 m, y el nivel de ebullición en BR-4, cota +7,50 m resulta H_0 = (7,50 - 0,80) = 6,70 m.

Para el máximo nivel de arranque, cota +2,00 m, el desnivel geométr.

trico valdría $H_0' = (7.50 - 2,00) = 5,50$ m.

De este análisis representado en el Gráfico VII - 4 se observa que la altura manométrica ($H_{manom} = H_0' + \Delta h_i$) impuesta por la instalación es inferior a la adoptada para seleccionar las bombas ($Q = 0,152 \frac{m^3}{seg}$ - $H_{manom} = 17$ m) resultando caudales de bombeo superiores a los previstos en el proyecto.

Analizado ahora el valor de la altura manométrica, con tres bombas funcionando en paralelo se tiene la máxima $H_{manom} = 14,50$ m.

El funcionamiento de la estación de bombeo en estas condiciones implica varios inconvenientes, a saber:

a) Tiempo de llenado del pozo de aspiración mucho mayor que el tiempo de vaciado, circunstancia que puede traducirse en sedimentación de sólidos.

b) Funcionamiento de los equipos de bombeo en zonas de bajo rendimiento con el consiguiente derroche de energía eléctrica.

c) Funcionamiento del difusor con sobrecarga de caudal lo que implica obtener una dilución inicial menor.

1-2- Tramo de conducción que funcionará por gravedad

Los caudales medio diario $Q_1 = 11062 \frac{m^3}{día} = 0,128 \frac{m^3}{seg}$ y máximo futuro $Q_2 = 36288 \frac{m^3}{día} = 0,420 \frac{m^3}{seg}$ servirán para verificar estos conductos.

Diámetro de la tubería $\phi = 0,700$ m

El tramo comprendido entre BR-4 y BR-6 tiene una longitud de 284,70m y una pendiente i= 0,005268 m/m

Aplicando la expresión de Chezy con el coeficiente de Bazin $Q = \Omega \frac{87}{1+\frac{\gamma}{\sqrt{Rh}}} \sqrt{Rh \cdot i}$ resulta un $Q_{max} = 0,760\ m^3/seg$

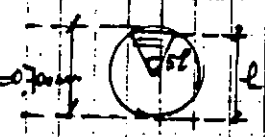
El tramo comprendido entre BR-6 y Cámara de descarga tiene una longitud de 2.239m y una pendiente de i= 0,00201 m/m.

El caudal máximo en este caso resulta $Q_{max} = 0.500\ m^3/seg$ que en definitiva fija la capacidad del conjunto estación elevadora - tubería de impulsión.

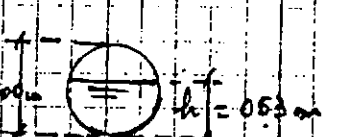
En el perfil se trazó una segunda curva de la tubería para esta condición límite (obtenida por estrangulamiento de válvulas) con la gama de caudales que pueden entregar las bombas.

Para el caudal límite de Q= 0.500 m³/seg, los tirantes en el conducto de D°= 0700 serán los siguientes.

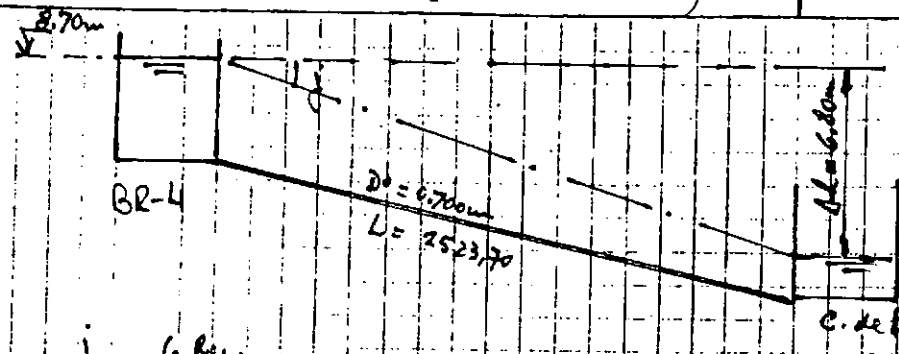
Tramo BR-6 - C. de D.



Tramo BR-4 - BR-6



Este caudal tampoco es superado en el caso que el tramo BR-4 - C de D entre en carga, tomando el máximo nivel admisible en la BR-4 y el mínimo en la cámara de descarga.



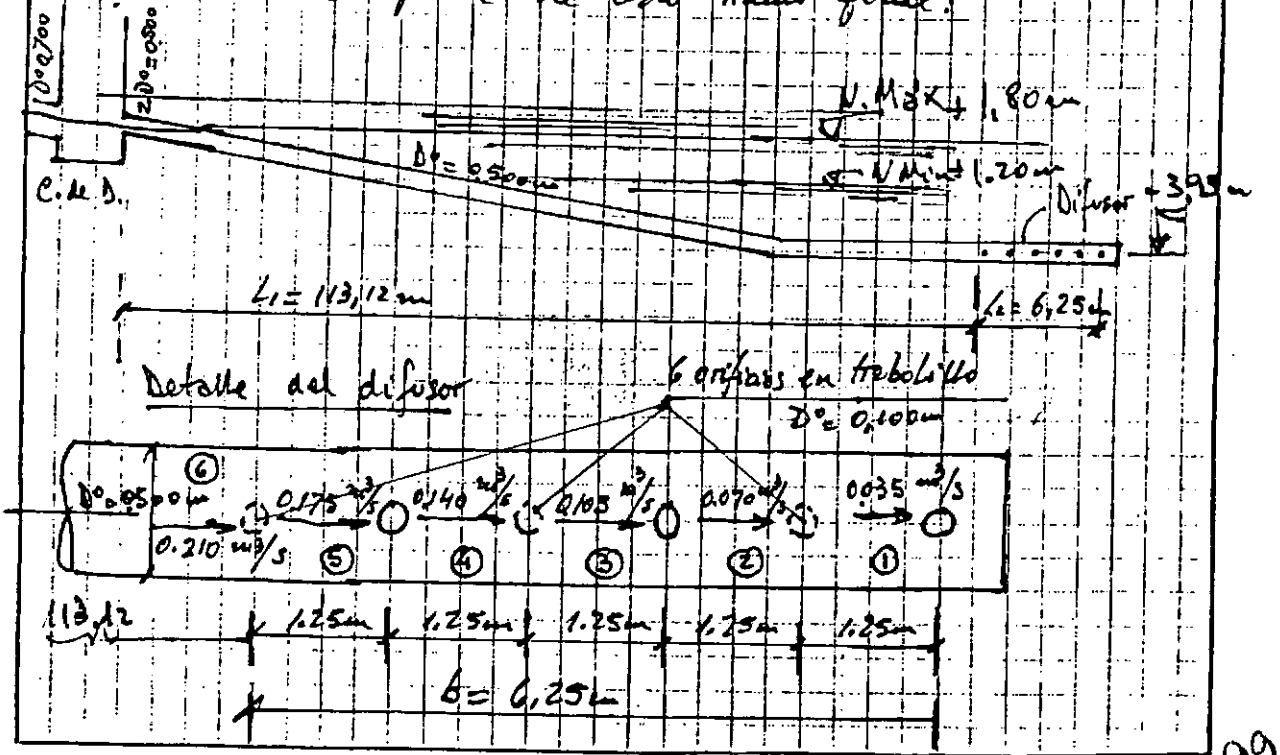
$$j = \frac{6.80\,m}{2523,70\,m} = 0,00269\ m/m \qquad \text{Resulta} \quad Q = 0,500\ m^3/seg$$

1-3 – Tramo emisario subacuático y difusor

Se lo verifica para el caudal máximo de diseño $Q = 0,420\ m^3/seg$.

Por tratarse de dos emisarios iguales de $D^o = 0,500\,m$ el caudal que pasará por cada uno de ellos valdrá la mitad, es decir $Q_1 = 0,210\ m^3/seg$.

Se tiene el esquema de este tramo final:

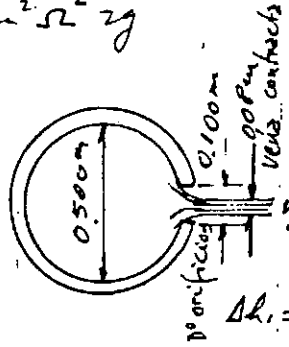


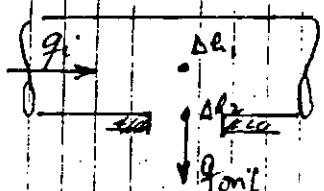
El caudal que erogra cada orificio vale $\frac{0210\ m^3/s}{6} = 0{,}035\ m^3/s$

$Q = \mu \Omega \sqrt{2gH}$ $\quad \mu = 0.657$ Coeficiente de gasto

$\Omega = 0.00775\ m^2$

$\frac{Q^2}{\mu^2 \Omega^2 2g} = H$ $\quad H = \frac{0.035^2}{0.00775^2 \cdot 0.657^2 \cdot 19.62} = 2{,}40\ m$





$\Delta h_1 = K_1 \frac{v_i^2}{2g}$

$\Delta h_2 = K'_1 \frac{v_i^2}{2g}$ } S/ Vogel y Paterman

VALORES DE K_1 y K'_1

CUADRO VII - 2

Coeficiente	q_{orif}/q_i					
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
K_1	0,04	0,28	0,59	0,91	1,17	1,35
K'_1	1,95	1,84	1,73	1,59	1,56	1,28

Las pérdidas de carga por fricción en los tramos ① a ⑥ las calculamos con la expresión de Darcy-Weisbach $J = f \frac{v^2}{D} \frac{1}{2g}$ y el gráfico VII-3 de Rouse. Ordenamos los valores en el Cuadro VII-3

$\nu = 1{,}3 \times 10^{-6}\ m^2/s$ CUADRO VII – 3 $k = 0{,}00004$ $\frac{D}{k} = 12500$

Tramo Nº	L (m)	Q_i (m^3/s)	v_i (m/s)	$\frac{v_i^2}{2g}$ (m)	q_{orif}/q_i	Coeficientes K_1	K'_1	P. de c. Δh_1	Δh_2	$Re = \frac{v_i \cdot D}{\nu}$	f	J (m/m)	ΔL_2 (m)	$\Sigma \Delta L$ (m)
①	1,25	0,035	0.18	0.0017	1.00	1.35	1.28	0,0023	0,0022	$6{,}92 \times 10^3$	0,032	0,000108	0,0002	0,0047
②	1,25	0,070	0,36	0,0066	0,50	0,75	1.56	0,0050	0,0103	$1{,}385 \times 10^4$	0,028	0,000369	0,0004	0,0157
③	1.25	0,105	0.54	0.0148	0.33	0,48	1.79	0,0071	0,0265	$2{,}077 \times 10^4$	0,015	0,000444	0,0005	00341
④	1.25	0,140	0.72	0.0264	0,25	0,32	1.82	0,0084	00480	$2{,}769 \times 10^4$	0,015	0,000792	0,0010	00574
⑤	1.25	0175	090	0,0413	020	0,28	1,84	0,0115	0,0760	$3{,}462 \times 10^4$	0,014	0,001156	0,0014	0,0890
⑥	113,12	0210	1.08	00584	0,17	023	1.88	0,0134	0,1097	$4{,}165 \times 10^4$	0,014	0,001635	0,185	0,3081
													Σ	0,509

100

Calculamos la altura cinética en los tramos y en los orificios para caudales comprendidos entre 0.100 m³/seg y 0.500 m³/s

CUADRO VII - 4

Q_1 (Total)	Q_2 x Emisario	Q_3 orificio	v_2	$\frac{v_2^2}{2g}$	v_3	$\frac{v_3^2}{2g}$
m³/seg	m³/seg	m³/seg	m/seg	m	m/seg	m
0.100	0.050	0.0083	0,25	0,0032	1.06	0.06
0.150	0,075	0,0125	0.38	0,0074	1.59	0.13
0.200	0.100	0.0166	0,51	0,0132	2.11	0,23
0.250	0,125	0,0208	0.64	0.0208	2.65	0,36
0300	0.150	0,0250	0,76	0,0294	3.18	0,52
0,350	0.175	0,0292	0.89	0,0403	3.72	0.71
0400	0200	0,0333	1.02	0,0530	4.24	0,92
0420	0210	0,0350	1.07	0,0583	4.46	1.01
0450	0225	0,0375	1.15	0,0674	4.78	1.16
0,500	0250	0,0416	1,27	0,0822	5,30	1.43

Con estos valores y los del cuadro VII-3 pueden trazarse la línea de energía y la piezométrica entre el extremo del difusor y la cámara de descarga

Ing. Miguel A. Marzinelli

Hoja 8 de 11

Prop. [illegible] Fecha

Rev. Fecha

TAREA: ANEXO VII (Continuacion)

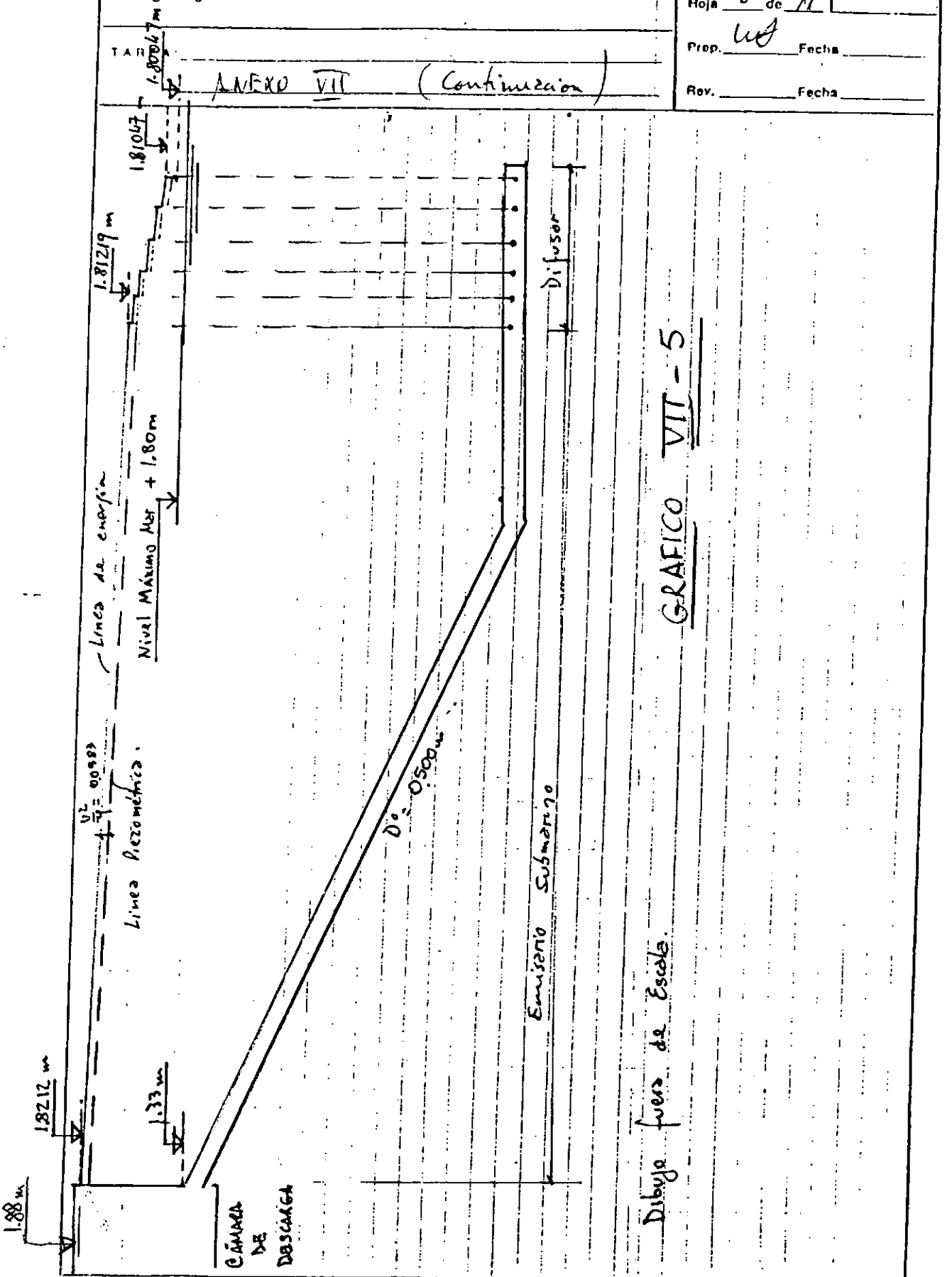


GRAFICO VII - 5

1-4- Verificación volumen del pozo de aspiración de la Estación Elevadora Nº2

El volumen del pozo de aspiración debe diseñarse en combinación con la capacidad de bombeo, de tal manera que el ciclo de operación de cada bomba comprendido entre dos arranques sucesivos, sea mayor que 20 minutos y la permanencia de los líquidos en el pozo no supere los 30 minutos-

Este tiempo vale: $t = t_1 + t_2$

Siendo t_1 = tiempo de vaciado

t_2 = tiempo de llenado

Q = Caudal afluente

Q_b = Caudal de bombeo -

luego $$t = \frac{V}{Q_b - Q} + \frac{V}{Q} = \frac{V}{Q_b}\left(\frac{1}{1 - \frac{Q}{Q_b}} + \frac{V}{\frac{Q}{Q_b}}\right)$$

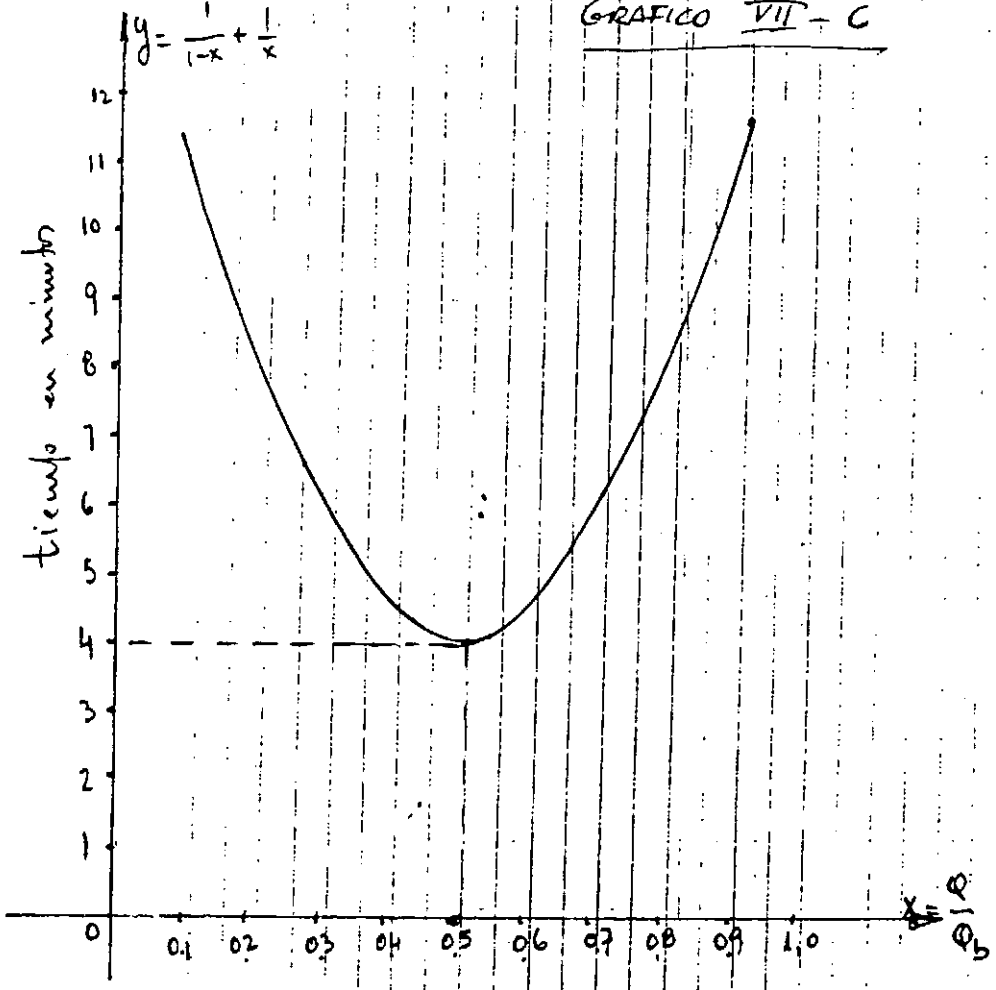
V y Q_b son valores constantes Llamando $x = \frac{Q}{Q_b}$ $y = t$

y expresando V en litros, Q_b en litros/minuto resulta la permanencia $\left[\frac{V}{Q_b}\right]$ = minutos

Si $\frac{V}{Q_b}$ = 1 minuto resulta $y = \frac{1}{1-x} + \frac{1}{x}$

cuya representación resulta una parábola -

GRAFICO VII - C



Si se adopta $\frac{Q}{Q_b} = 0{,}5$ el tiempo $t = 4$ minutos.

Tres arranques por hora significa un ciclo de 20 minutos, es decir los 4 minutos obtenidos del gráfico VII-6 multiplicados por 5 $\quad 4 \times 5 = 20$ minutos luego $\frac{V}{Q_b} = 5$ lo que significa que: $V\,(\text{litros}) = 5\,\text{minutos} \cdot Q_b \left(\frac{\text{litros}}{\text{minuto}}\right)$

Para dos bombas funcionando $Q_b = 152\ \ell/\text{seg} = 9.120\ \ell/\text{min}$

$V = 2 \times 5\,\text{min} \times 9120\ \ell/\text{min} = 91200\ \text{litros} = 91{,}2\ m^3$

El volumen real del tajo es $7{,}90 \times 7{,}30 \times 1{,}30 = 86\ m^3$ valor aceptable.

La situación actual es la siguiente:

Volumenes del pozo activos según niveles de arranque de las bombas.

Cuadro VII - 5

	1 bomba	2 bombas	3 bombas
V (l)	34.000 l	52.000 l	86000 l
Q (l/seg)	266 l/seg	424 l/seg	500 l/seg
Q (l/min)	15960 l/min	25440 l/min	30.000 l/min

Los tiempos entre dos arranques sucesivos valdrán:

a) Para 1 bomba funcionando

$\frac{V}{Q_{b_1}} = \frac{34.000\ l}{15960\ l/min} = 2m\ 10seg$ $\quad t_1 = 2m\ 10seg \times 5 = 10m\ 50seg$

b) Para 2 bombas funcionando

$\frac{V}{Q_{b_2}} = \frac{52000\ l}{25440\ l/min} = 2min\ 03seg$ $\quad t_2 = 2min\ 03seg \times 5 = 10min\ 15seg$

c) Para las bombas funcionando

$\frac{V}{Q_{b_3}} = \frac{86000\ l}{30.000\ l/min} = 2m\ 50seg$ $\quad t_3 = 2m\ 50seg \times 5 = 14min\ 10seg$

Los tiempos resultan reducidos. Para aumentarlos algo pueden aumentarse los niveles de arranque o reducir el Q_b mediante estrangulamiento de válvulas. (un 10%)

Para esta combinación se tiene:

a) 1 bomba funcionando

Nivel arranque 1,80m $\quad V = 7,90 \times 7,30 \times (1,80 - 0,8) = 57,67 m^3$

$Q_{b_1} = 15690 \times 0,9 = 14.121\ l/min$

$\frac{V}{Q_{b_1}} = \frac{57670}{14121} = 4m\ 05seg$ $\quad t_1 = 4m\ 05seg \times 5 = 20m\ 25seg$

b) 2 bombas funcionando

Nivel arranque 2,15m $\quad V = 7,9 \times 7,30 \times (2,15 - 0,8) = 72,087 m^3$

$Q_{b_2} = 25440 \times 0,75 = 19080\ m^3/min$

$\frac{V}{Q_{b_2}} = \frac{72087}{19080} = 3min\ 45seg$ $\quad t_2 = 3m\ 45seg \times 5 = 18m\ 45seg$

c) 3 bombas funcionando

Nivel arranque 2,30m $\quad V = 7,9 \times 7,3 \times (2,30 - 0,8) = 86,505 m^3$

$\frac{V}{Q_{b_3}} = \frac{86500}{22500} = 3m\ 45seg$

$Q_{b_3} = 30.000 \times 0,75 = 22500\ l/min$

$t_3 = 3m\ 45seg \times 5 = 18min\ 45seg.$

Ing. Miguel A. Marzinelli

Hoja 1 de 15

TAREA: USHUAIA - Disposición de líquidos cloacales
ANEXO IX

Prop. [signature] Fecha 25/09/92

Rev. ______ Fecha ______

Para la utilización del Gráfico IX-1 se requieren los siguientes valores. (por emisario)

$Q_{min} = 0{,}050\ m^3/seg$ $\qquad Q_{máx} = 0{,}250\ m^3/seg$

V_j = velocidad del chorro

$\Omega_{orif} = 0.00785\ m^2$

$\Omega_{contraída} = 0{,}00785\ m^2 \times 0{,}657 = 0{,}00515\ m^2$

$\frac{\Delta S}{S}\ g = g' = \frac{1030-1000}{1000}\ 9{,}81\ m/s^2 = 0{,}2943\ m/seg^2$

D_c = diámetro del chorro (Sección contraída) = 0,080 m

Y_0: 5.00 m mínimo; 5.60 m máximo

$\frac{Y_0}{D}$: 50 mín; 56 máx

Cuadro IX-1

Qemisario m³/seg	Qorificio m³/seg	Ω_{orif} (m²)	V_j (m/s)	g'	$F = \frac{V_j}{0.1715}$
0.050	0,0083	0,00515	1.61	0,2943	9,4
0.100	0,0166		3.22		18,8
0.150	0,025		4,85		28,3
0.200	0.033		6.40		37,3
0.210	**0,035**		**6.80**		**39,7**
0.250	0,042		8.15		47,5

Utilizando la ecuación de continuidad $D_1 = \frac{V_c \cdot b \cdot z}{Q_{total}}$ se tiene:

CUADRO IX-2

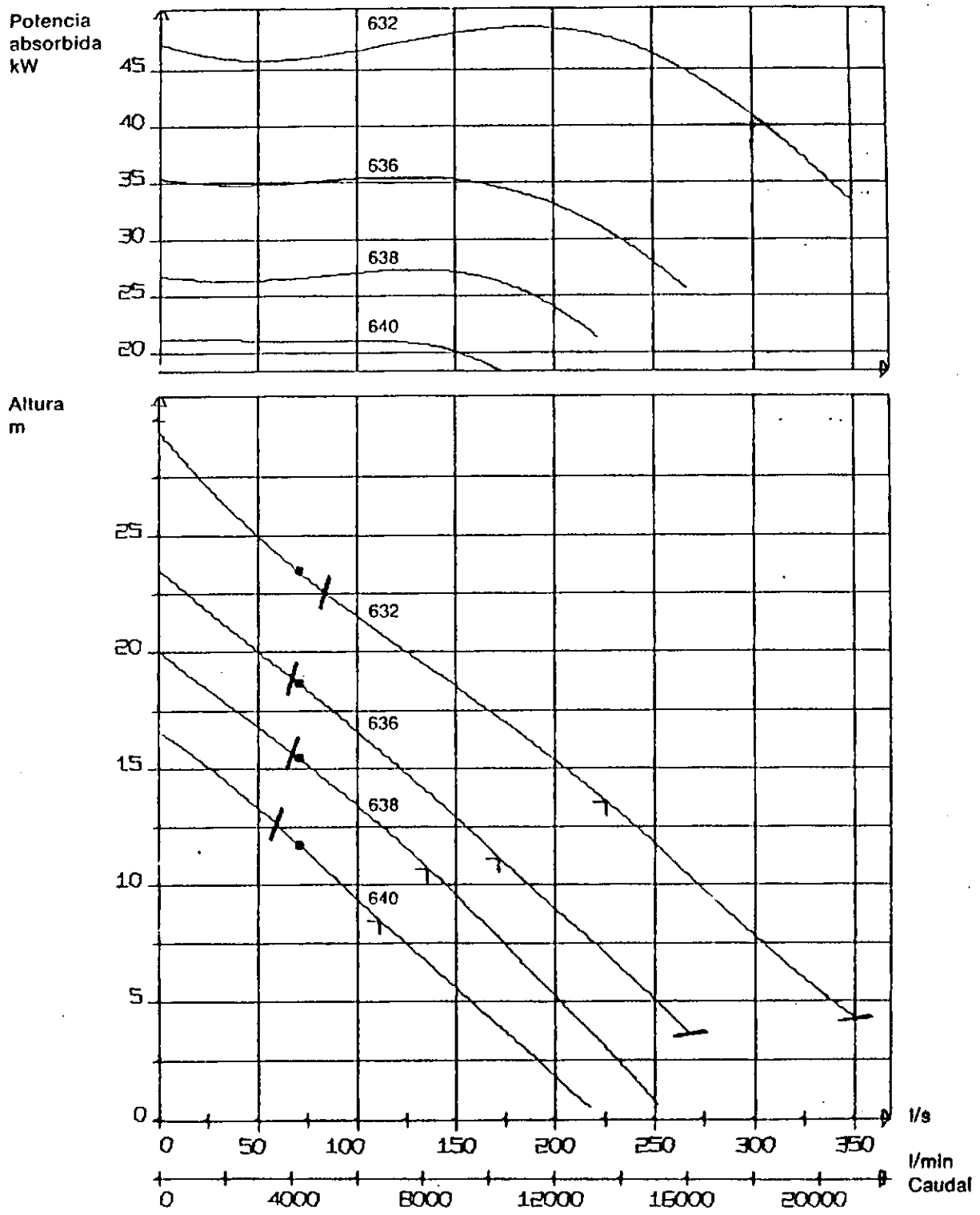
z: $\frac{Y_0}{2} = 2{,}50\ m$; $\frac{Y_0}{2} = 2{,}80\ m$

Qemisario m³/seg	Vc m/seg	b m	z m	D₁ mín	D₁ máx
0.050	Vmedia = 0,026; Vmáx = 0,048	6,25 m	Z = 2,50 a 2,65	8.6	15,90
0.100				4.30	7,95
0.150				2.87	5,30
0.200				2.15	3,98
0.210				**2.05**	**3,79**
0.250				1.72	3,18

CP 3300 MT

GRAFICO VII-1

Cada bomba es sometida a las pruebas especificadas por las normas ISO con respecto a los ensayos de prueba de bombas producidas en serie de la clase C. Esta norma se describe detalladamente en el documento ISO 2548.



● = Riesgo de sedimentación para una velocidad del agua inferior a 1 m/seg. Encima del punto, emplear un diámetro de tubo menor.

= Punto óptimo de funcionamiento

= Límite de curva

ANEXO VII

Gráfico VII - 2

Longitudes equivalentes.

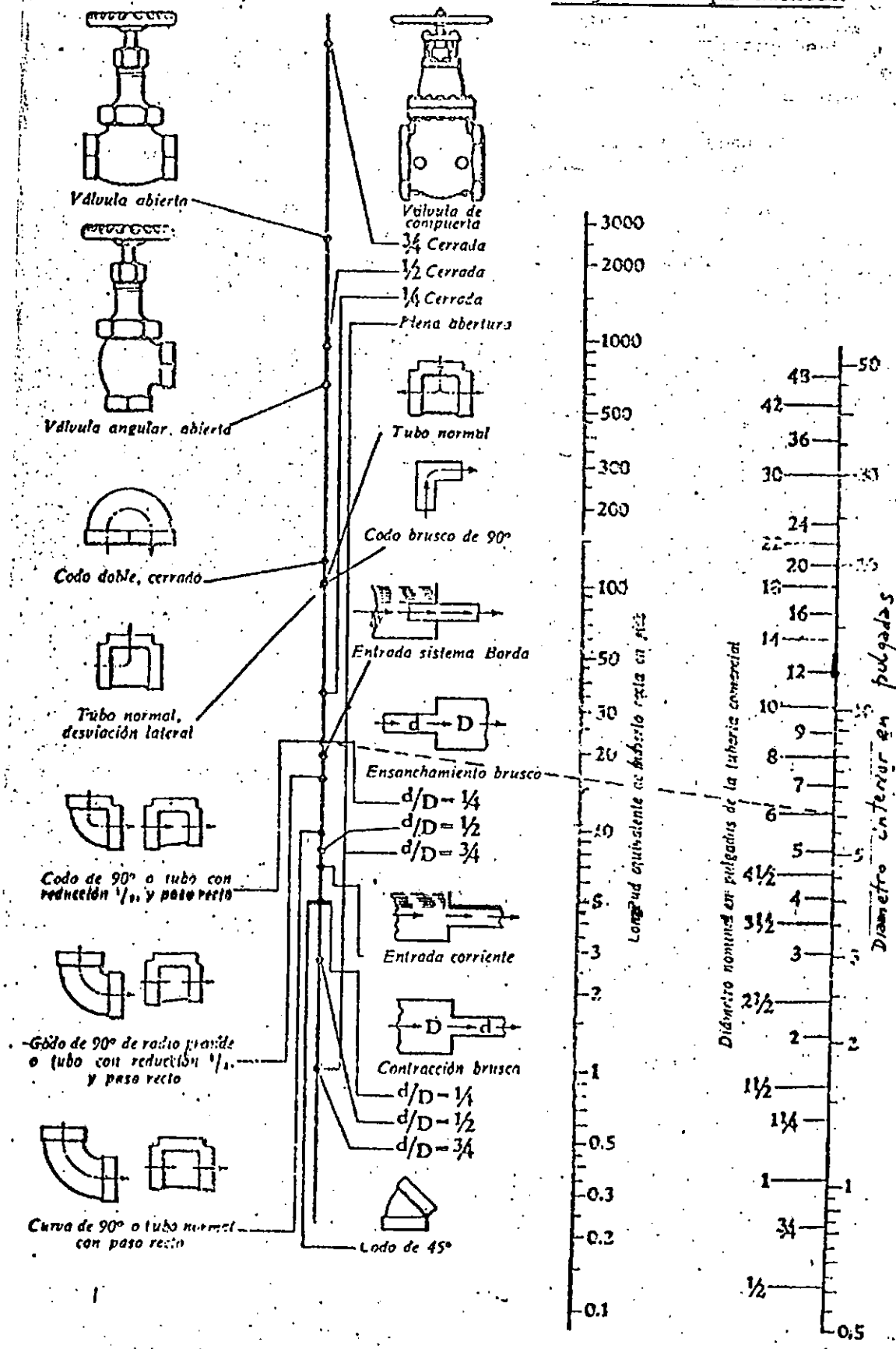
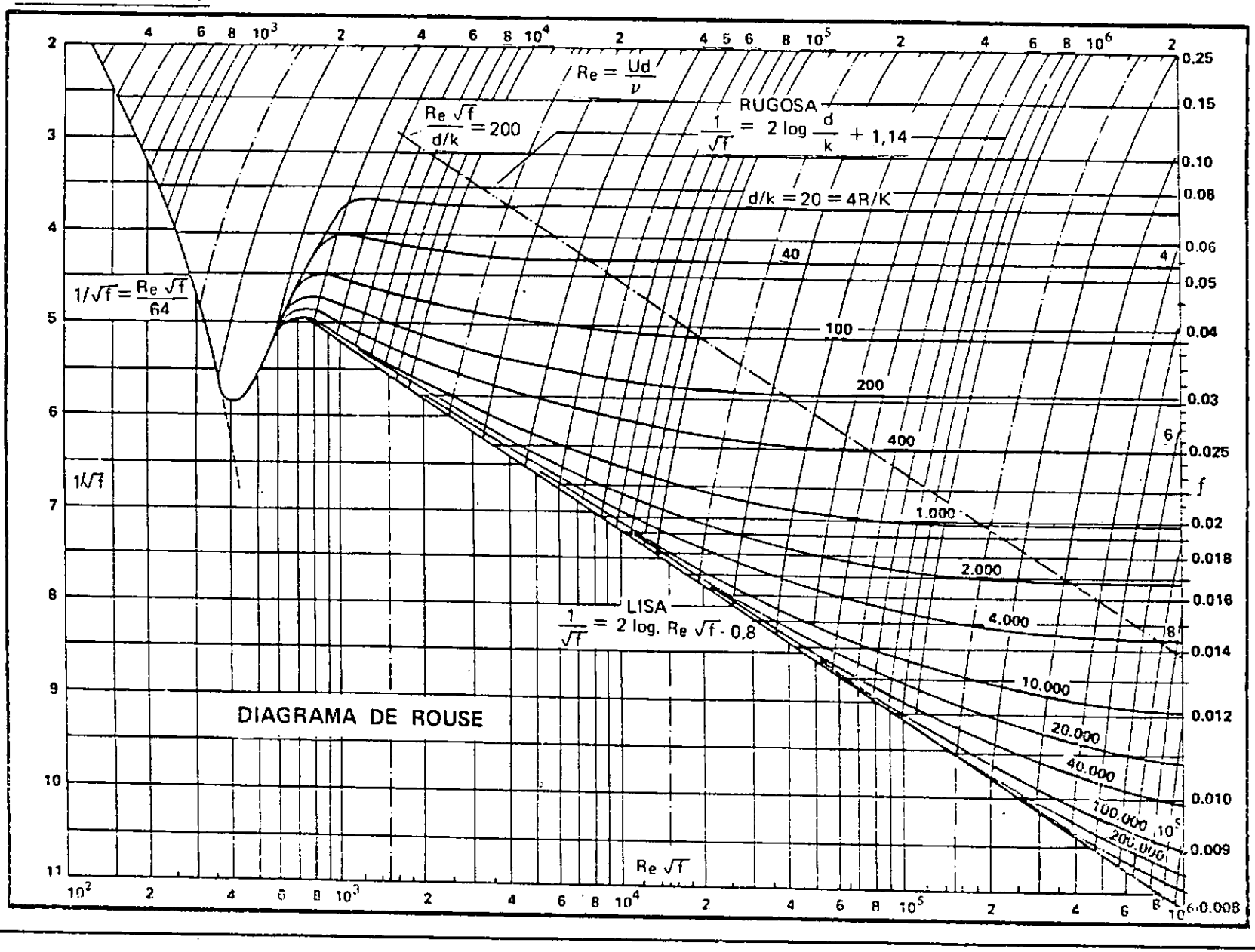
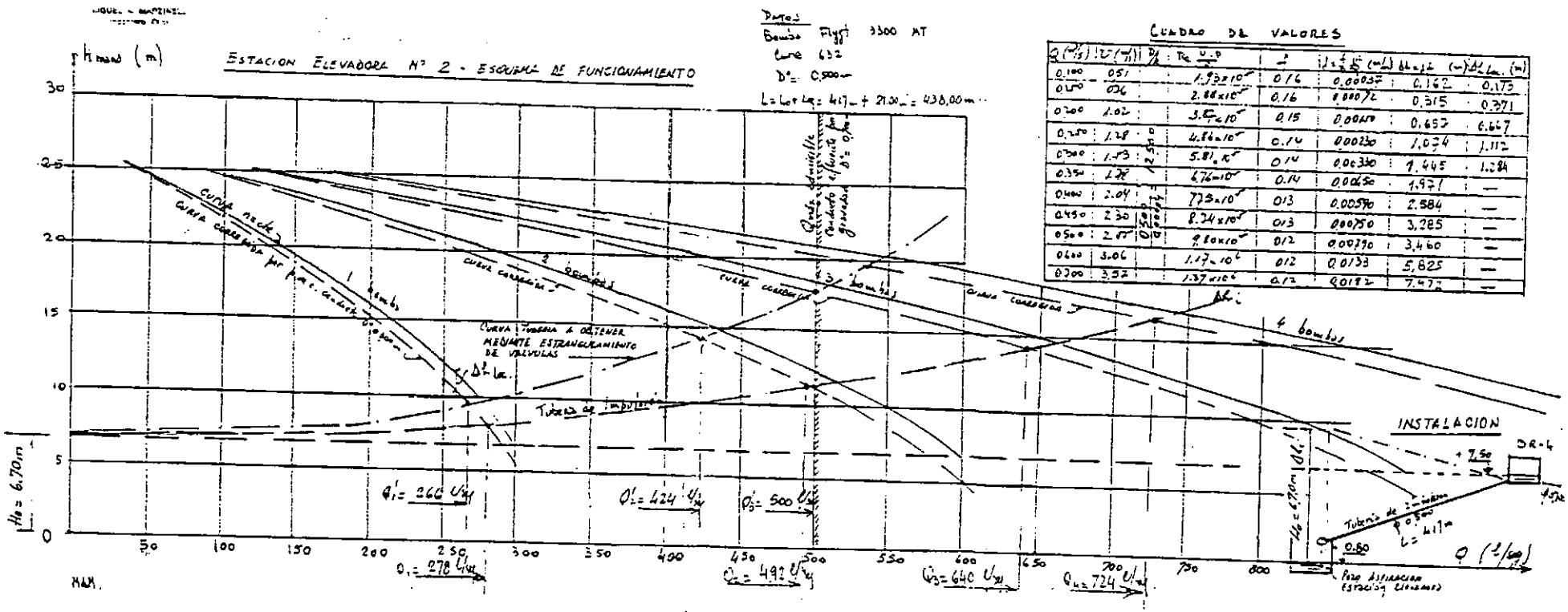


GRAFICO VII - 3



109

GRAFICO VII - 4



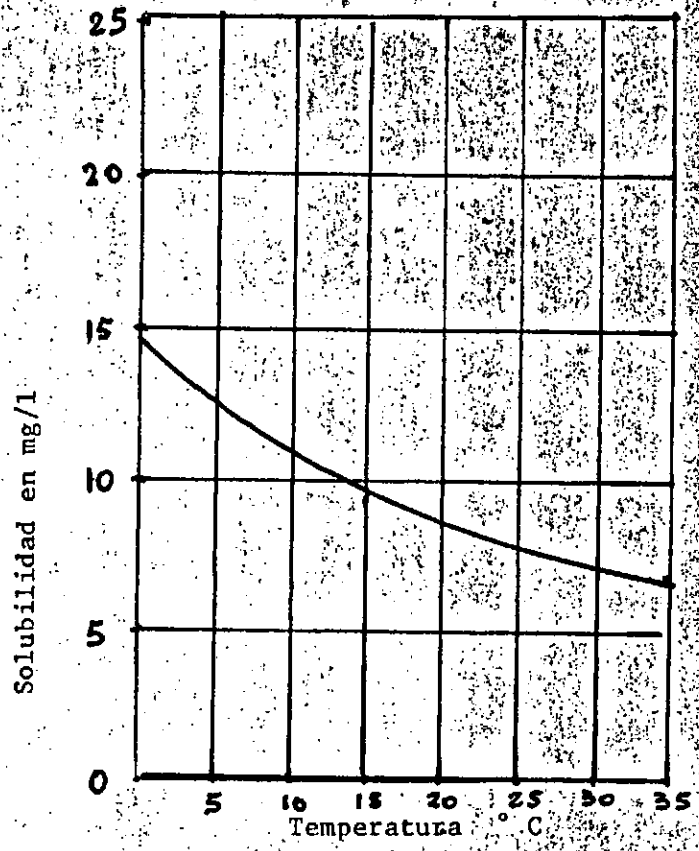
CUADRO DE VALORES

Q (m³/s)	V (m/s)	D/ε	Re	f	J = f/D · V²/2g (m/m)	ΔHz (m)	ΔHz Acum. (m)
0.100	0.51	12.500	1.93×10⁵	0.16	0.00037	0.162	0.173
0.150	0.76		2.88×10⁵	0.16	0.00072	0.315	0.371
0.200	1.02		3.85×10⁵	0.15	0.00149	0.652	0.667
0.250	1.28		4.86×10⁵	0.14	0.00230	1.024	1.112
0.300	1.53		5.81×10⁵	0.14	0.00330	1.445	1.284
0.350	1.78		6.76×10⁵	0.14	0.00450	1.971	—
0.400	2.04		7.73×10⁵	0.13	0.00590	2.584	—
0.450	2.30	25.000	8.74×10⁵	0.13	0.00750	3.285	—
0.500	2.55		9.80×10⁵	0.12	0.00930	3.460	—
0.600	3.06		1.17×10⁶	0.12	0.01338	5.825	—
0.700	3.57		1.37×10⁶	0.12	0.01821	7.972	—

ANEXO VIII

ANEXO VIII

Gráfico VIII-1

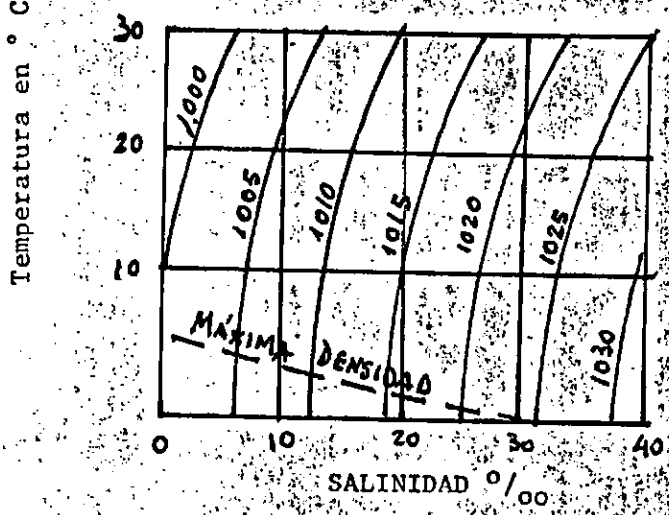


Solubilidad del Oxígeno

p_{atm}

Fuente: "Chemistry for Sanitary Engineers" by Clair N. Sawyer & Perry McCarty

Gráfico VIII-2



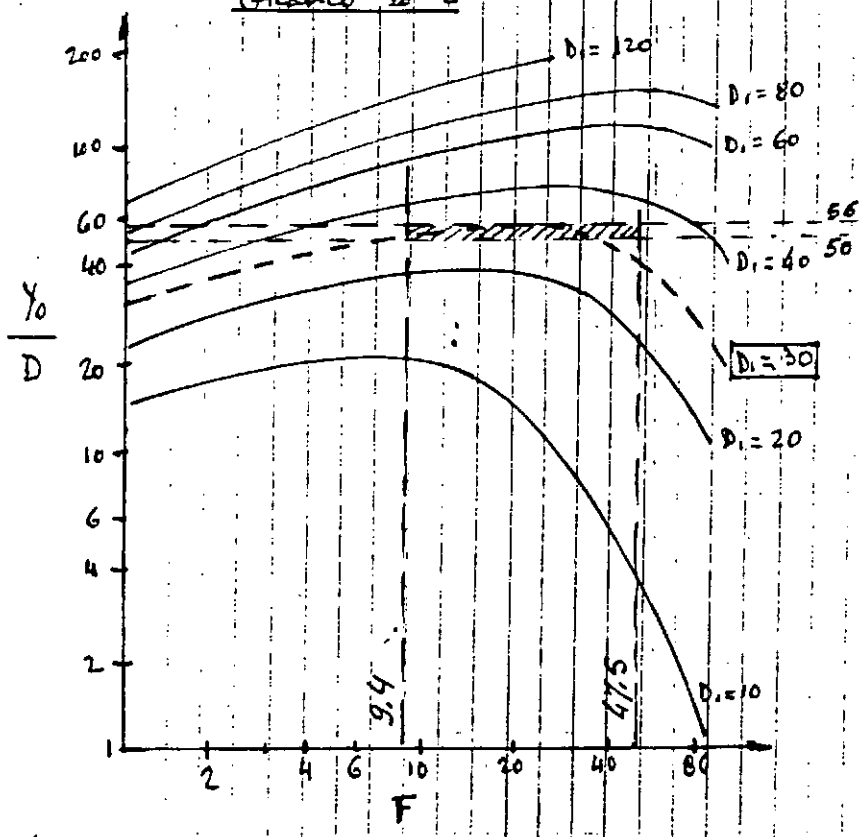
Densidad del agua de mar en función de la temperatura y la salinidad

Fuente: "Handbook of Ocean and Underwater Engineering"
by John J. Myers ; Carl H. Holm and Raymond F. McAllister.

ANEXO IX

Los valores extremos del Cuadro IX-1 se han volcado sobre el Gráfico IX-1 definiéndose el área rayada que se superpone con la curva $D_1 = 30$, valor de la dilución inicial.

Grafico IX-2

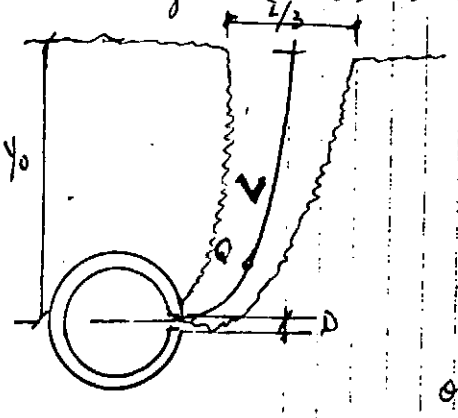


La diferencia de dilución inicial obtenida entre los valores del Cuadro IX-1 y del Cuadro IX-2, donde D_1 calculado según el Gráfico IX-1 es mayor que el resultante de aplicar la ecuación de continuidad, obedece a que dada la baja velocidad V_c de la corriente, ésta no resulta aprovechable adicionalmente sobre la inducida por la mezcla inicial del chorro

Interferencia de Chorros

Se produce por el contacto entre las columnas ascendentes adyacentes.

Valores obtenidos experimentalmente indican que el diámetro del chorro en la superficie es igual a $\frac{L}{3}$, siendo L la longitud de la trayectoria del chorro entre el orificio y la superficie del mar. De ello se infiere que cuando la columna ascendente ha recorrido una distancia L igual a tres veces la separación entre salidas, posiblemente se mezclen las columnas afectando la dilución D_1.



Se considera que el límite de expansión del chorro, para un orificio circular tiene una pendiente de 1:5 respecto a la línea central. El diámetro del chorro expandido a una distancia L del plano del orificio valdrá: $D' = D + \frac{2}{5}L = D + 0{,}4L$

Albertson y colaboradores encontraron un valor empírico para la dilución inicial $D_1 = 0{,}32\frac{L}{D}$ ∴ $L = \frac{D_1 D}{0{,}32}$

Luego $\frac{D'}{D} = 1 + \frac{0{,}4}{0{,}32} D_1 = 1 + 1{,}25 D_1$

D' representa a la separación mínima que debe haber entre orificios.

El diámetro D del orificio debe ser el de la vena contraída, luego

$D = 0{,}08$ m.

Los orificios deben separarse entre sí una distancia suficientemente grande para evitar interferencias entre los chorros expandidos antes de que la dilución inicial sea alcanzada.

En nuestro caso $D_1 = 30$ $\frac{D'}{D} = 1.25 \times 30 + 1 = 38{,}5$

$$L = \frac{D_1 \cdot D}{0{,}32} = \frac{30 \cdot 0.08}{0{,}32} = 7{,}5 \text{ m}$$

La separación valdrá: $D' = D + 0{,}4 L = 0{,}08 + 0.4 \cdot 7{,}5 = 3{,}08$ m

El difusor existente, tiene: una separación de $1.25 \times 2 = 2{,}50$ entre orificios ubicados en la misma generatriz, por lo que se estima habrá alguna interferencia.

Otras experiencias realizadas encontraron distintos valores para la pendiente de la línea de expansión del chorro.

Tollmien propuso 1 : 3.92

Rico propuso 1 : 4.80

Colley y Harris encontraron un valor de 0.33 en lugar de 0,32 del valor empírico de Albertson y colaboradores

Pearson, Folson y Ferguson encontraron como valor de la pendiente 1:4,31 y el coeficiente 0,234 en lugar de 0,32.

Como puede apreciarse, de las experiencias referidas se observa que los distintos investigadores obtuvieron diferentes resultados, tanto para la pendiente como para el coeficiente de la ecuación empírica.

Del estudio hidráulico del difusor efectuado en el Anexo VII se asegura que todas las alturas funcionan a sección llena y con velocidades prácticamente iguales, dada la pequeña pérdida de carga de aquél.

rello entre la entrada de agua de mar al difusor, fue de ocurrir, ingresarán cantidades de arena y otros materiales sedimentables con el consecuente ataponamiento del conducto.

es posible que el emisario submarino de Ushuaia, construido y aún no habilitado corra el riesgo señalado el área total de orificios, $0,0785 m^2 \times 6 = 0,0471 m^2$ resulta un 24% del área del conducto de $D = 0,500$ que es $A = 0,1937 m^2$ lo cual cumplimenta el requerimiento de distribución uniforme del caudal de los orificios, atento a la pequeña pérdida de carga del conducto mismo.

Si bien es altamente deseable contar con una dilución inicial del líquido residual en el agua de mar, en el área del punto de descarga, ello no garantiza una dispersión rápida desde el punto de vista bacteriológico se requiere además contar con corrientes favorables que aseguren la dispersión turbulenta en el campo lejano una vez abandonado el campo de descarga y un importante decaimiento de bacterias por sedimentación y mortandad antes de que sean alcanzadas las playas o [illegible]

Cálculo de la dilución D2

La determinaremos en función de cuatro velocidades distintas, para distancias comprendidas entre 250 m y 3000 m desde el difusor, ordenando los valores en el cuadro IX-3

Según registros anotados en estudios oceanográficos Anexo VI

$V_{corriente}$ 0.12 nudos $\times$ 1,852 $\frac{Km/h}{nudo}$ = 0,222 $\frac{Km}{h}$ = 6,16 $\frac{cm}{seg}$

$V_{corriente}$ 0.30 nudos $\times$ 1,852 $\frac{Km/h}{nudo}$ = 0,556 $\frac{Km}{h}$ = 15,44 $\frac{cm}{seg}$

V_{viento} = 16 $\frac{Km}{h}$ $\times$ 0,025 = 0,403 $\frac{Km}{h}$ = 11,19 $\frac{cm}{seg}$

V_{viento} = 31 $\frac{Km}{h}$ $\times$ 0,025 = 0,775 $\frac{Km}{h}$ = 21,5 $\frac{cm}{seg}$

Para b = 6,25 x 2 = 12.50 m, usando el Gráfico IX-4 obtenemos los siguientes resultados

CUADRO IX-3

T = tiempo en horas				Distancia	D2 = Dilución			
0,222 Km/h	0,403 Km/h	0,556 Km/h	0,775 Km/h	(m)	0,222 Km/h	0,403 Km/h	0,556 Km/h	0,775 Km/h
1.13	0.62	0.44	0.32	250	6,02	3,20	2.33	1.79
2,25	1.24	0.90	0.64	500	13.77	6.66	4.27	3.31
3.38	1.86	1.35	0.97	750	23.25	10,86	7.35	5.07
4.50	2.48	1.80	1.29	1.000	34.40	15,63	10.42	7.00
5.63	3.10	2.25	1.61	1.250	47.62	20.83	13.89	9.09
6.76	3.72	2.70	1.93	1.500	62.50	26.74	17.50	11.36
7.88	4.34	3.15	2.25	1750	76.92	35,71	24.39	13.69
9.00	4.96	3.60	2.58	2.000	100.00	40.00	25.64	16.67
10.14	5.58	4.05	2.90	2250	108,69	47.62	30.30	19.25
11.26	6.20	4.50	3.23	2500	127.00	54.34	34.70	22.22

116

Ing. Miguel A. Marzinelli

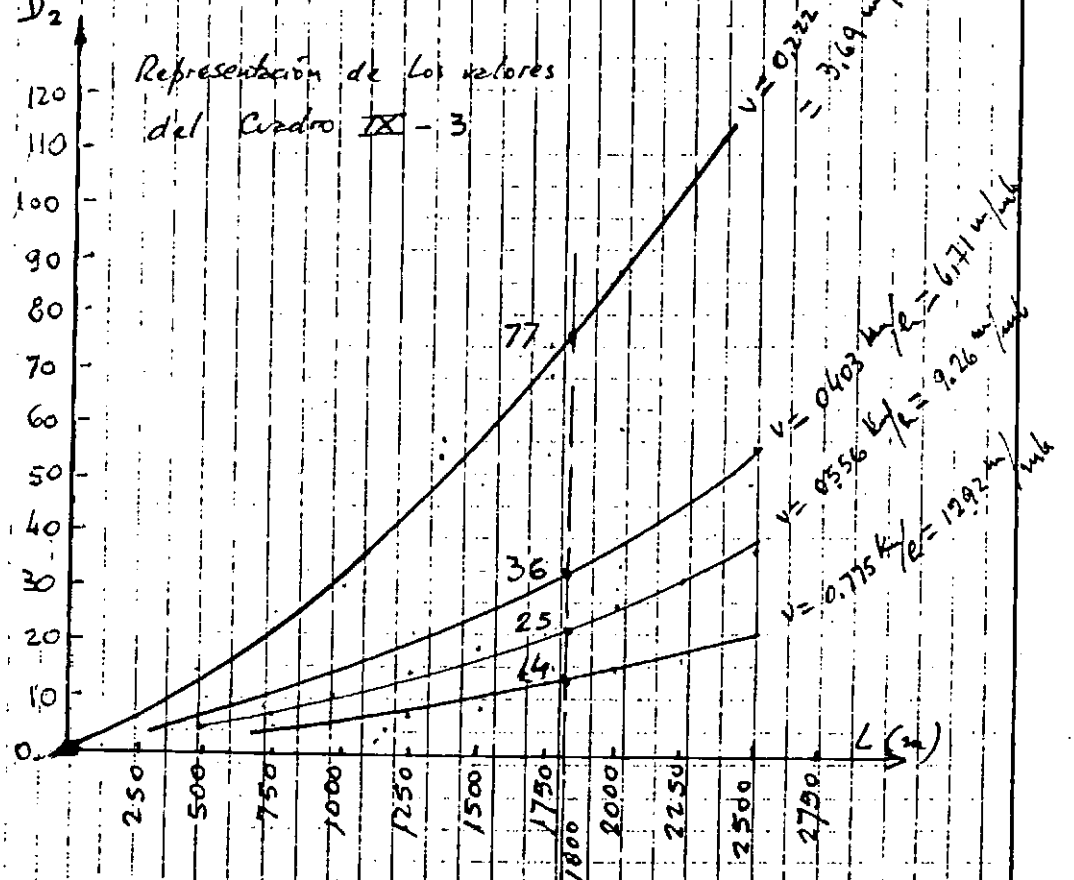
Hoja 7 de 15

TAREA: USHUAIA - Dispersión de líquidos cloacales
ANEXO IX - (Continuación)

Prep. [illegible] Fecha

Rev. Fecha

GRAFICO IX - 3



A 1800 m del punto de descarga (CAOIC) las diluciones varían entre un mínimo de $D_2 = 14$ y un máximo de $D_2 = 77$

Estos valores señalan que debido a la gran gama de velocidades de corriente consideradas, un valor final debe determinarse cuidadosamente

Los valores máximos se dan para la curva que corresponde a la velocidad $V = 0,222$ km/hora, determinada en los estudios oceanográficos.

Los valores mínimos se dan para la velocidad $V = 0,775$ km/h,

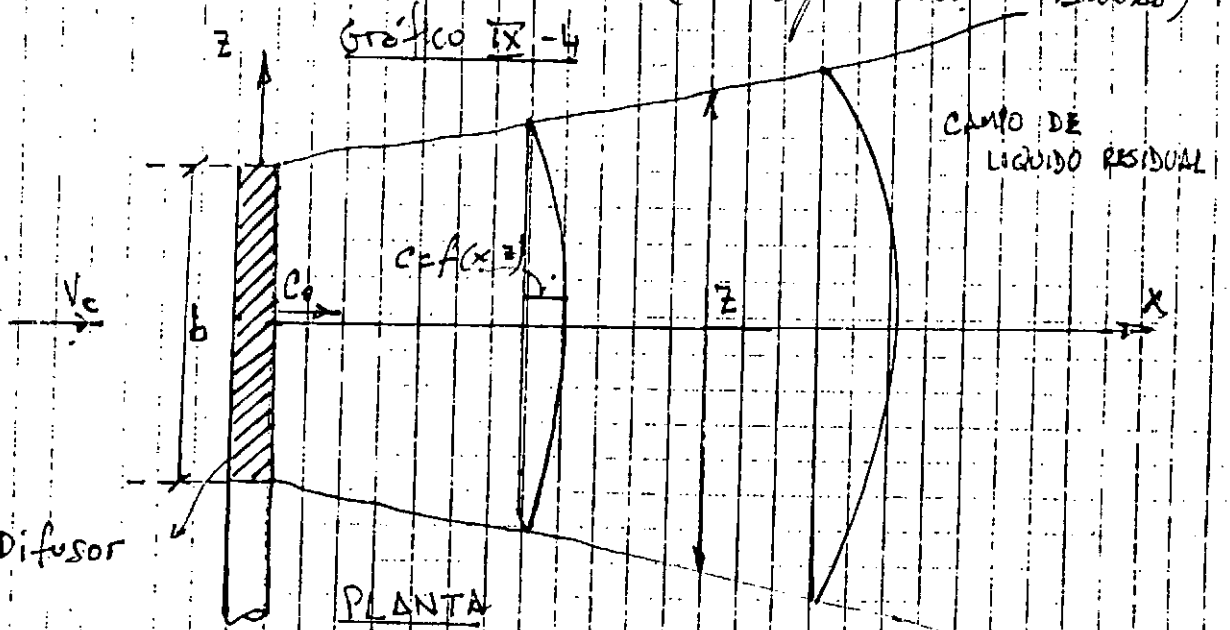
117

Calculada como un 2,5 % de la velocidad del viento 50-NE de 31 Km/hora, que prevalece un 23,6 % del tiempo. (Ver Anexo II) En el cuadro IX-3 se han resaltado los tiempos en horas para las distintas velocidades, previstos a $T_{90} = 2,5$ horas. Las diluciones, para este caso fluctúan entre 10.77 y 16.67 En base a ello adoptamos como un valor conservativo $D_1 = 14$

Decaimiento de Bacterias (D_3)

El gráfico IX-4 muestra en planta una campo de líquido residual difundido lateralmente por el viento con una velocidad de corriente V_c - (Trabajo debido a Brooks)

Gráfico IX-4



El ancho z del campo se expande desde un valor inicial b, la concentración inicial Co, que es la concentración bacteriana de la descarga dividida por la dilución inicial D_1, resultante del sistema de difusión.

Como se observa en el grafico IX-4, la concentración C en cualquier punto del campo es inferior a Co y sobretiene menor con el incremento de la distancia x del difusor

Para las bacterias hay una disminución adicional de su concentración en función del tiempo debido, como se dijo, a muerte, destrucción, floculación y sedimentación.-

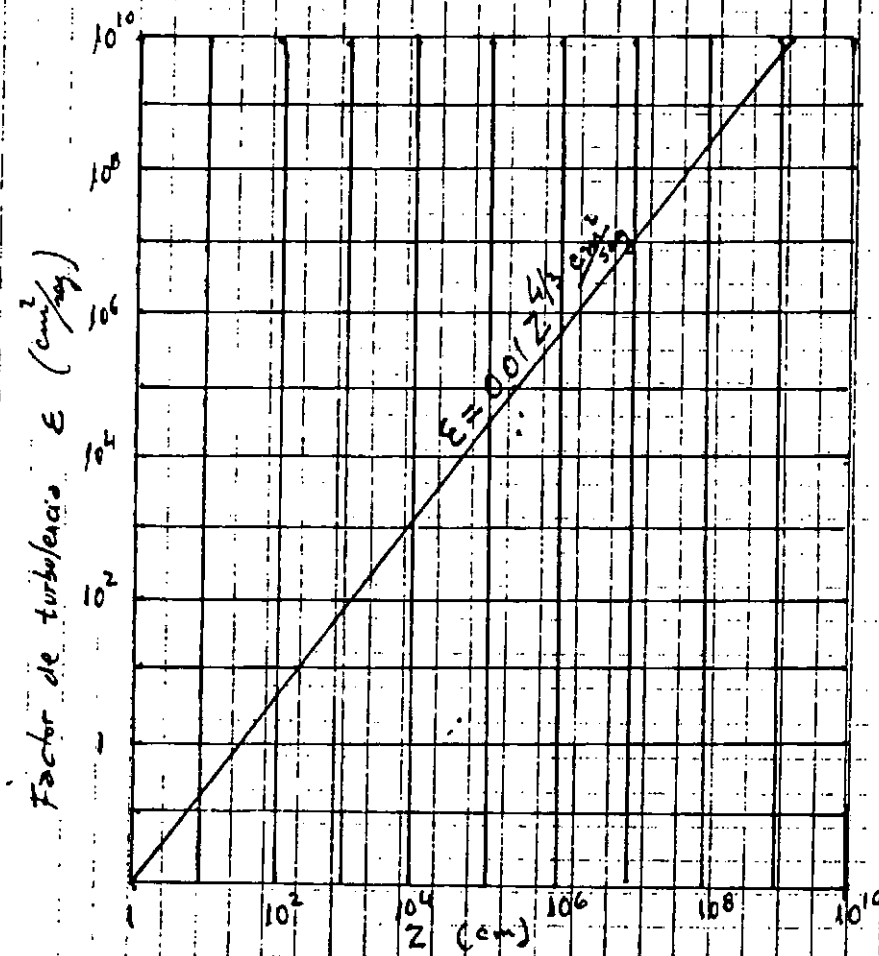
Brooks desarrolló una teoría relativa a la concentración C basada en las siguientes consideraciones:

1) Son aplicables las leyes de la difusión turbulenta
2) El factor de turbulencia E es función de b o de $\frac{z}{b}$ y $\frac{z}{b}$ es función de x por no de z
3) La mezcla vertical es despreciable
4) La mezcla longitudinal en la dirección de la corriente es despreciable
5) El movimiento es estacionario a la velocidad V_c
6) La tasa de eliminación de bacterias coliformes es proporcional a la concentración

La difusión lateral en el mar fue extensamente medida en dirección normal al eje de la corriente, mediante el empleo de soluciones fluidas. Pearson encontró como resultado de los registros de mediciones que E varía aproximadamente con la potencia 4/3 del ancho del canal b.-

En el grafico IX-5 se muestra la representación de Pearson con los resultados de las mediciones a las cuales Brooks ajustó las determinaciones efectuadas por Gunnerson en la Bahía de Santa Mónica USA.

GRAFICO IX - 5



La ecuación diferencial básica supuesta por Brooks para C bajo condiciones estacionarias fue,

$$\frac{\partial}{\partial z}\left(-\varepsilon \frac{\partial c}{\partial z}\right) + V_c \frac{\partial c}{\partial x} + 2{,}3\, K_b\, C = 0$$

donde K_b es la tasa de decrecimiento bacteriano. La ecuación fue resuelta por Brooks suponiendo $K_b = 0$ y multiplicando luego a la resuelta por el factor de eliminación por muerte $10^{-K_b T}$ donde T es el tiempo $\frac{x}{V_c}$

El problema de la difusión fue resuelto para tres casos:

1°) Valor constante de ε

2°) Incremento lineal de ε

3°) Según la potencia 4/3

El valor inicial del factor de turbulencia ε_o es una función de b y puede obtenerse del gráfico IX-5 haciendo $z = b$ el ancho z del campo, para los tres casos señalados se muestra en el Cuadro IX-4

Cuadro IX-4:

Caso 1°	$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} = 1$	$\frac{z}{b} = \left(1 + 2\beta \frac{x}{b}\right)$
Caso 2°	$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} = \frac{z}{b}$	$\frac{z}{b} = \left(1 + \beta \frac{x}{b}\right)$
Caso 3°	$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} = \left(\frac{z}{b}\right)^{4/3}$	$\frac{z}{b} = \left(1 + \frac{2}{3}\beta \frac{x}{b}\right)^{3/2}$

$$\beta = \frac{12}{V_c} \frac{\varepsilon_o}{b}$$

Para el caso de Ushuaia: $b = 625\,cm \times 2$ $\varepsilon_o = 75$

$V_c = 6{,}16\ cm/seg$

$$\beta = \frac{12}{6{,}16} \frac{75}{625 \times 2} = 0{,}12$$

Para $X = 1800\,m = 180000\,cm$

Caso 1°

$$z = 1250\left(1 + 2 \cdot 0{,}12 \frac{180000}{1250}\right) = 44.450\,cm = 444{,}50\,m$$

Caso 2°

$$z = 1250\left(1 + 0{,}12 \frac{180000}{1250}\right) = 22850\,cm = 228{,}50\,m$$

Caso 3°

$$z = 1250\left(1 + \frac{2}{3} 0{,}12 \frac{180.000}{1250}\right)^{3/2} = 55375\,cm = 553{,}75\,m$$

Estos valores, calculados a título de ejemplo, muestran la disparidad de los valores de z (ancho del campo) para cada uno de los tres casos analizados.

La distancia X requerida para la dilución D_3 es por lo tanto, directamente proporcional a la velocidad V_c. Para determinar la constante necesaria para una descarga, se requieren estudios de velocidad y frecuencia de las corrientes, para poder elegir una velocidad aceptable en lo que a frecuencia se refiere. El ancho Z del campo, calculado para los tres casos se muestra en el Gráfico IX-7.

Para la determinación de la dilución D_3 se utilizó la expresión $D_3 = \frac{C_0}{C_t} e^{\frac{2,3 \times}{T_{90} \cdot 60 \cdot V_c}}$ de Metcalf y Eddy cuyo nomograma para la resolución figura en el Anexo IX como Gráfico IX-6, donde:

C_t = Concentración bacteriana en el tiempo t

C_0 = Concentración bacteriana después de la dilución D_1

K = constante de la disminución bacteriana

t = tiempo

Para el tiempo T_{90} se tomó un valor de 2,5 horas que coincidía entre los recomendados por la bibliografía consultada.

V_c = Velocidad de la corriente en que resulta en la fórmula antes señalada se obtuvo mediante la adopción de un grado de dilución del 90% para obtener T_{90} luego $\frac{C_t}{C_0} = 0,1 = e^{-kt}$

$$10 = \frac{1}{e^{-kt}} = e^{kt}$$

$$\log_e 10 = kt \log_e e \qquad 2{,}3025 = k\,t_{90}$$

$$k = \frac{2{,}3025}{2{,}5} = 0{,}921/\text{hra}$$

El Cuadro IX-5 contiene los valores obtenidos de la aplicación de la fórmula antes citada, desarrollada para las cuatro velocidades de corriente utilizadas en la obtención de la dilución D_2 y para similares distancias X (m)

Cuadro IX-5

X	2,3 . X	$T_{90} \cdot 60 \cdot V_c$ (t_{90} → V_c (m/min))				$D_3 = \frac{C_o}{C_t} = e^{\frac{2,3 \cdot X}{T_{90} \cdot 60 \cdot k}}$			
m	m	12,92	9,26	6,71	3,69	12,92	9,26	6,71	3,69
250	575					3,34	1,51	1,77	2,82
500	1.150					1,80	2,26	3,12	7,34
750	1.725					2,42	3,44	5,50	22,20
1.000	2.300	1,38	1,89	1,007	5,54	3,42	5,23	9,70	62,63
1.250	2.875					4,38	7,87	17,30	176,64
1.500	3.450					5,90	11,85	30,55	498,19
1.800	4.140					8,40	19,50	60,18	—
2.000	4.600					10,65	27,10	95,70	—
2.250	5.175					14,32	41,20	168,06	—
2.500	5.750					19,31	62,00	296,65	—

Ing. Miguel A. Marzinelli

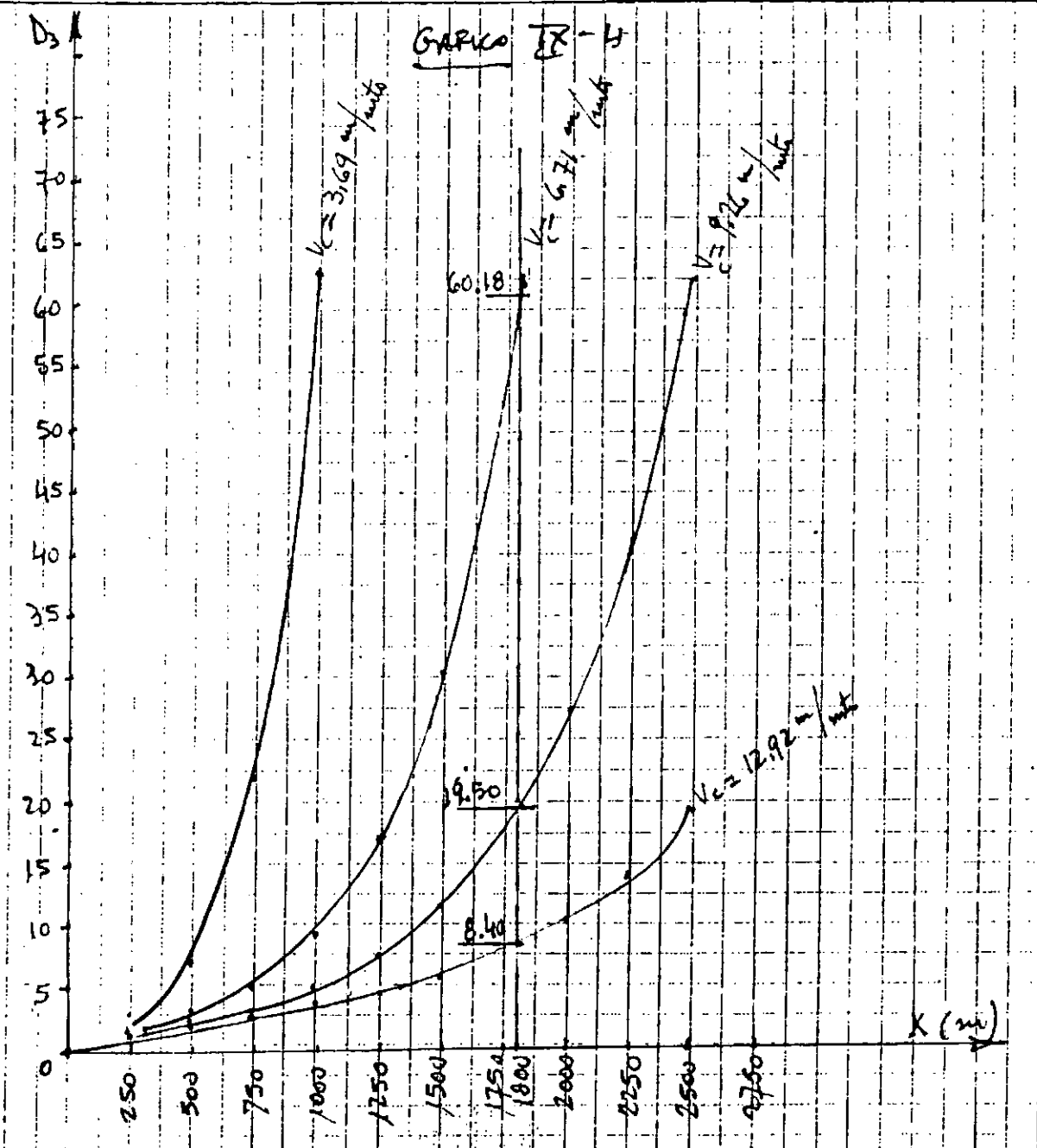
Hoja 14 de 15

TAREA: USHUAIA Disposición de líquidos cloacales

ANEXO IX (Continuación)

Prep. [illegible] Fecha

Rev. Fecha



Valor medio aritmético = 29.36 para X = 1800 m

Valor medio geométrico = 21.37 para X = 1800 m

Estos son valores medios de la dilución D_3 encontrada a 1800 m del difusor (CADIC), para $T_{90} = 2{,}5$ horas, como en el caso de la dilución D_2 —

Los valores mínimos de D_3 se dan para $V_c = 12{,}92$ m/mts = 0,775 Km/hora que para X = 1800 m resulta $D_3 = 8{,}40$

124

Entendemos que un valor conservativo para esta dilución debe estar comprendido entre 8,40 y 19,50, cuya media geométrica es 12,70.

Adoptamos para D_3 el valor 12

$D_3 = 12$.

Luego, la dilución total calculada valdrá:

$$D_T = D_1 \times D_2 \cdot D_3 = 30 \times 14 \times 12 = 5.040$$

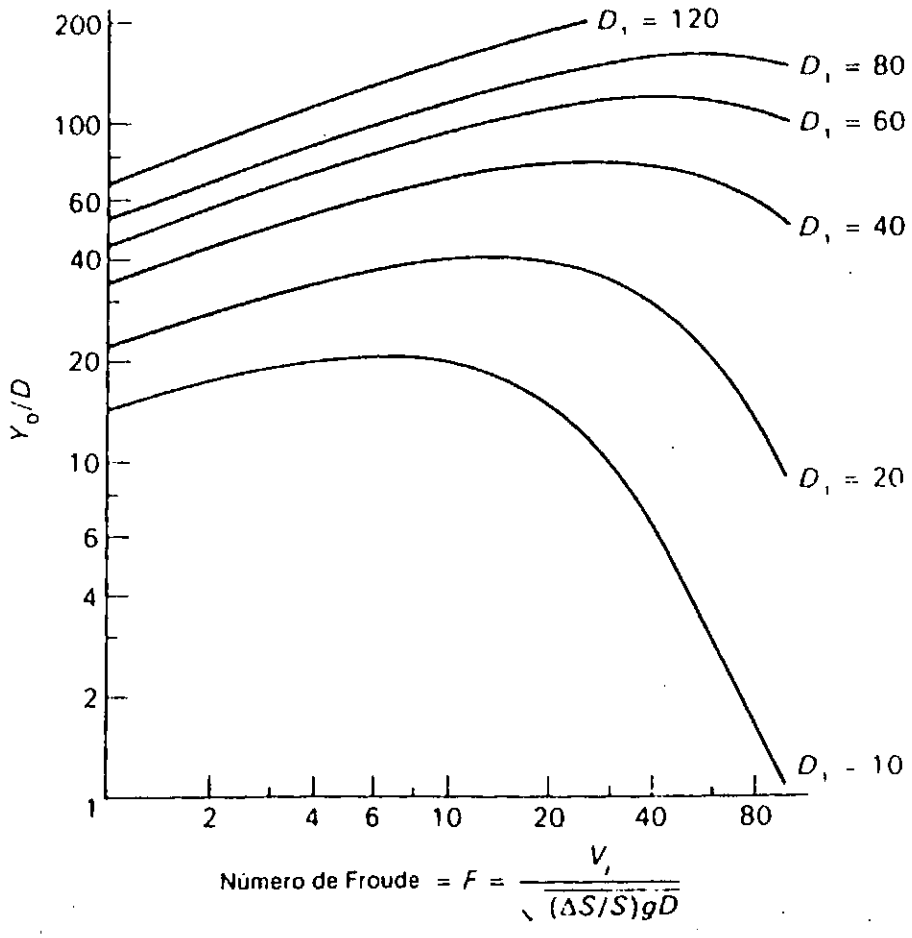
Este valor aplicado a las cargas orgánicas y bacteriológicas consignadas en el punto 7 del Informe Final representan las siguientes reducciones:

D.B.O. $\frac{885 \text{ kg/día}}{5040} = 0,175 \text{ kg/día}$

S.S. $\frac{1880 \text{ kg/día}}{5040} = 0,373 \text{ kg/día}$

Coliformes $\frac{5 \times 10^8}{5040} \text{/ml} = 99 \frac{\text{NMP}}{\text{ml}}$

GRAFICO IX - 1



Dilución inicial por mezclado turbulento de un chorro

Fuente: "Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales" por Metcalf y Eddy.-

GRAFICO IX - 2

Variables que intervienen para modificar la dilución inicial D_1

V_j = velocidad del chorro
Δ_s = Diferencia de densidades (1030 - 1000)
s = Densidad del líquido cloacale (1000)
g = Aceleración de la gravedad (9,80 m/seg^2)
D = Diámetro del chorro (sección contraída)

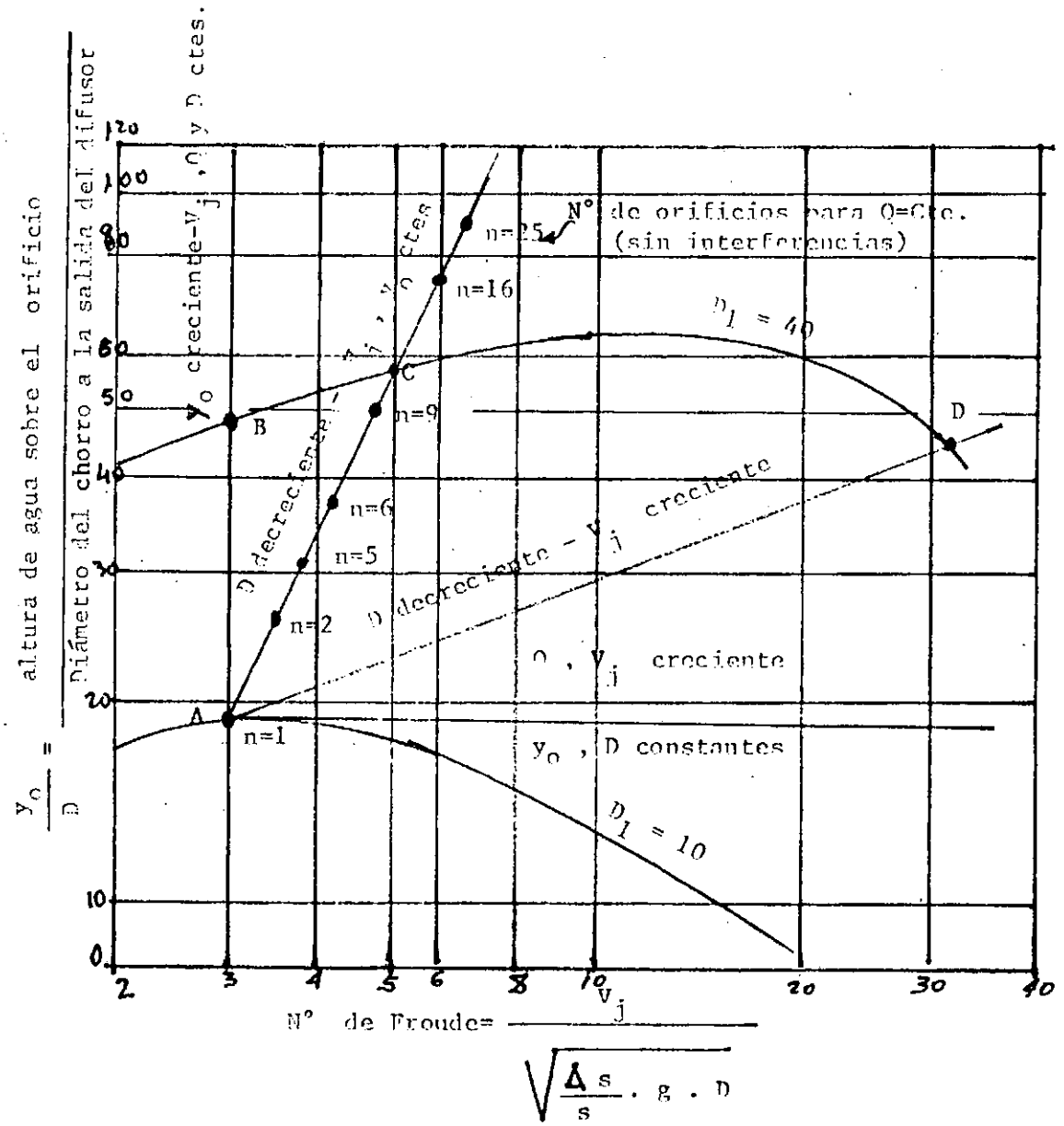
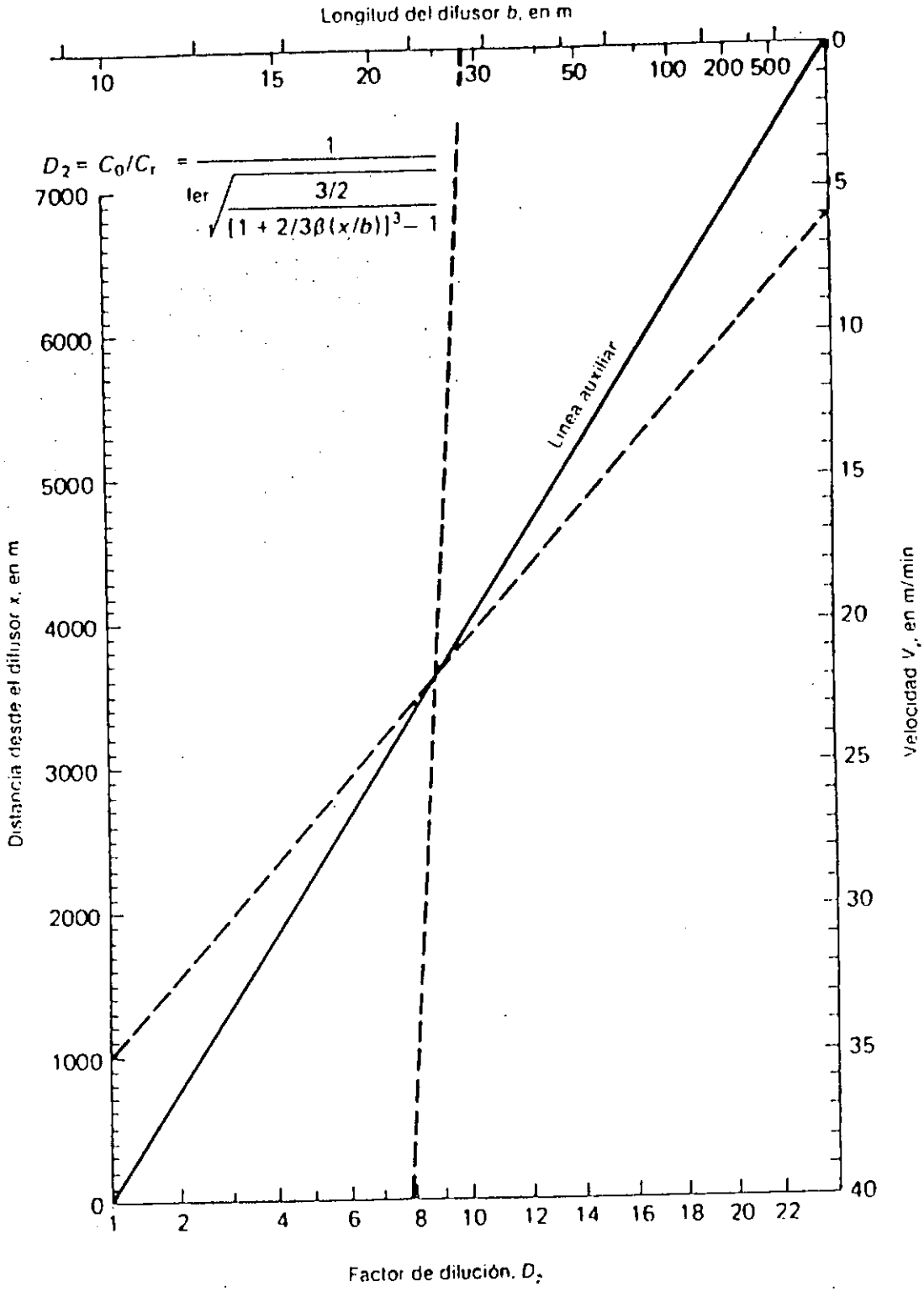
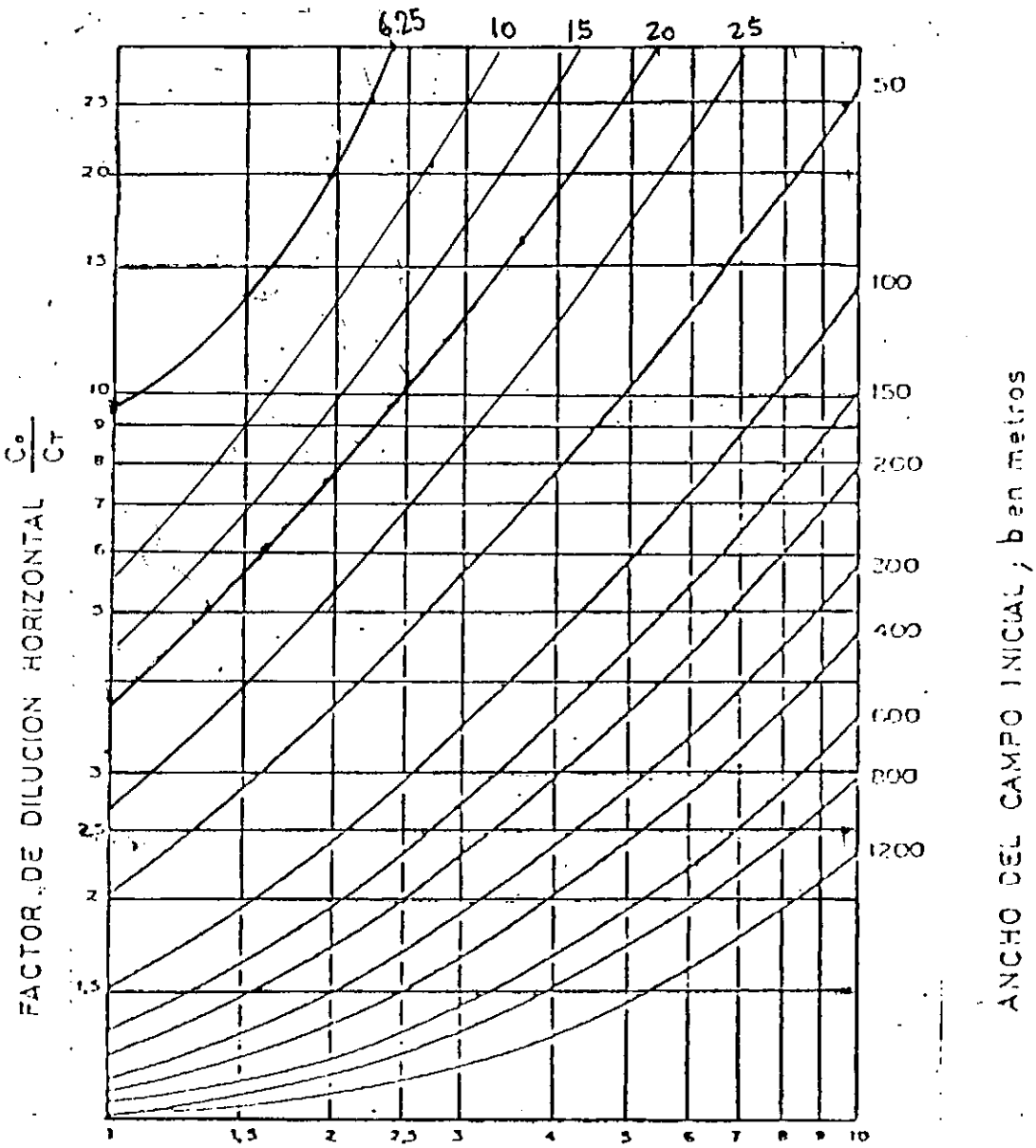


GRAFICO IX - 3



Fuente: "Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales" Por Metcalf y Eddy.

GRAFICO IX - 4



$$\frac{C_o}{C_r} = \frac{1}{\operatorname{erf}\sqrt{\frac{1{,}5}{\left[1+\frac{8aT}{b^{2/3}}\right]^3-1}}}$$

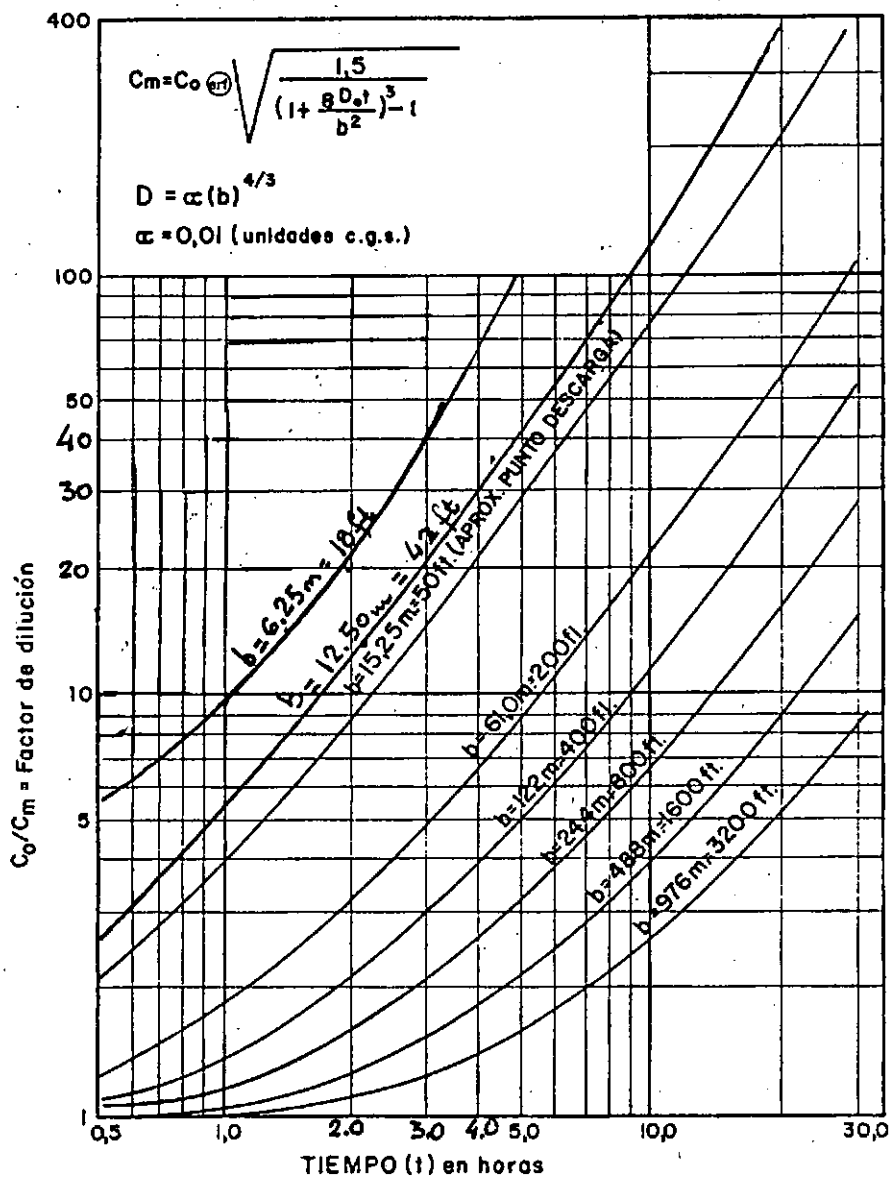
$a = 1{,}67\ m^{2/3}/hr$

T en horas

b en metros

Fuente: "Diffusion of sewage effluent in an ocean current"
Por Brooks N.H.

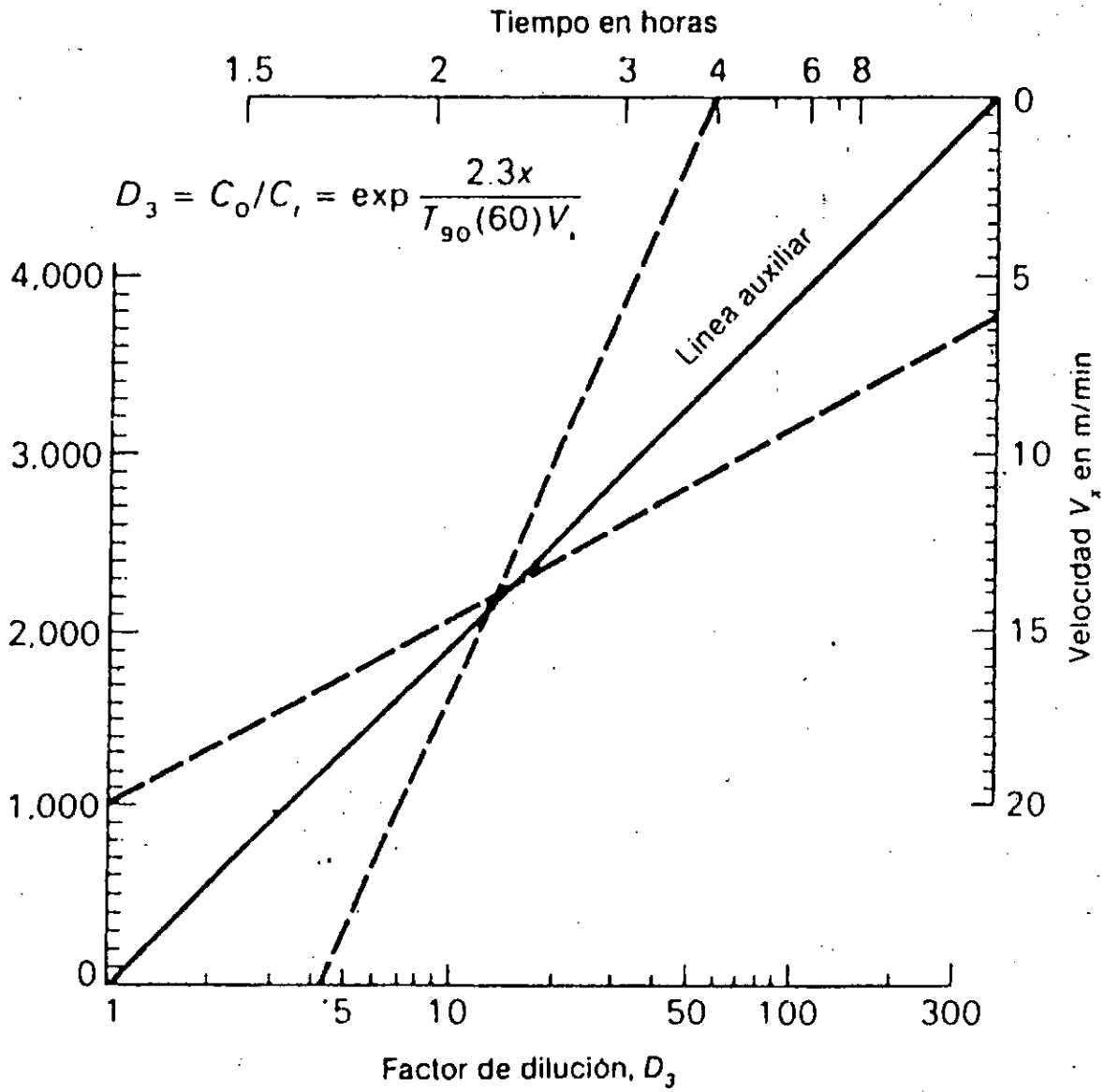
GRAFICO IX - 5



GRADO DE DILUCION EFECTUADA POR DIFUSION HORIZONTAL, SEGUN LA ECUACION DE BROOKS.

Fuente: "Tratamiento del agua residual" Por Gustavo Rivas Mijares

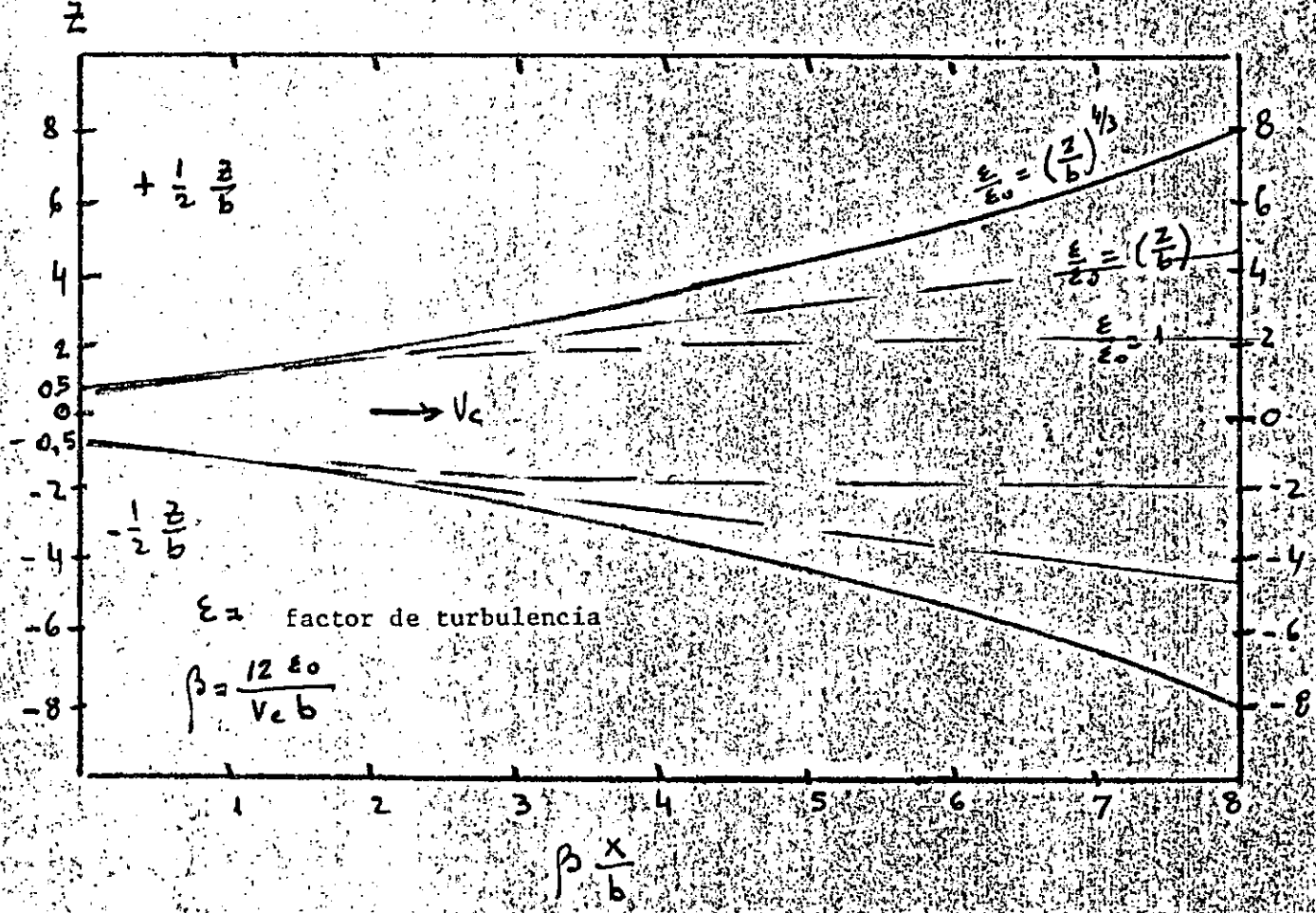
GRAFICO IX - 6



Nomograma para la resolución de la ecuación

Fuente:"Tratamiento,disposición y reutilización de aguas residuales".
Por Metcalf y Eddy.

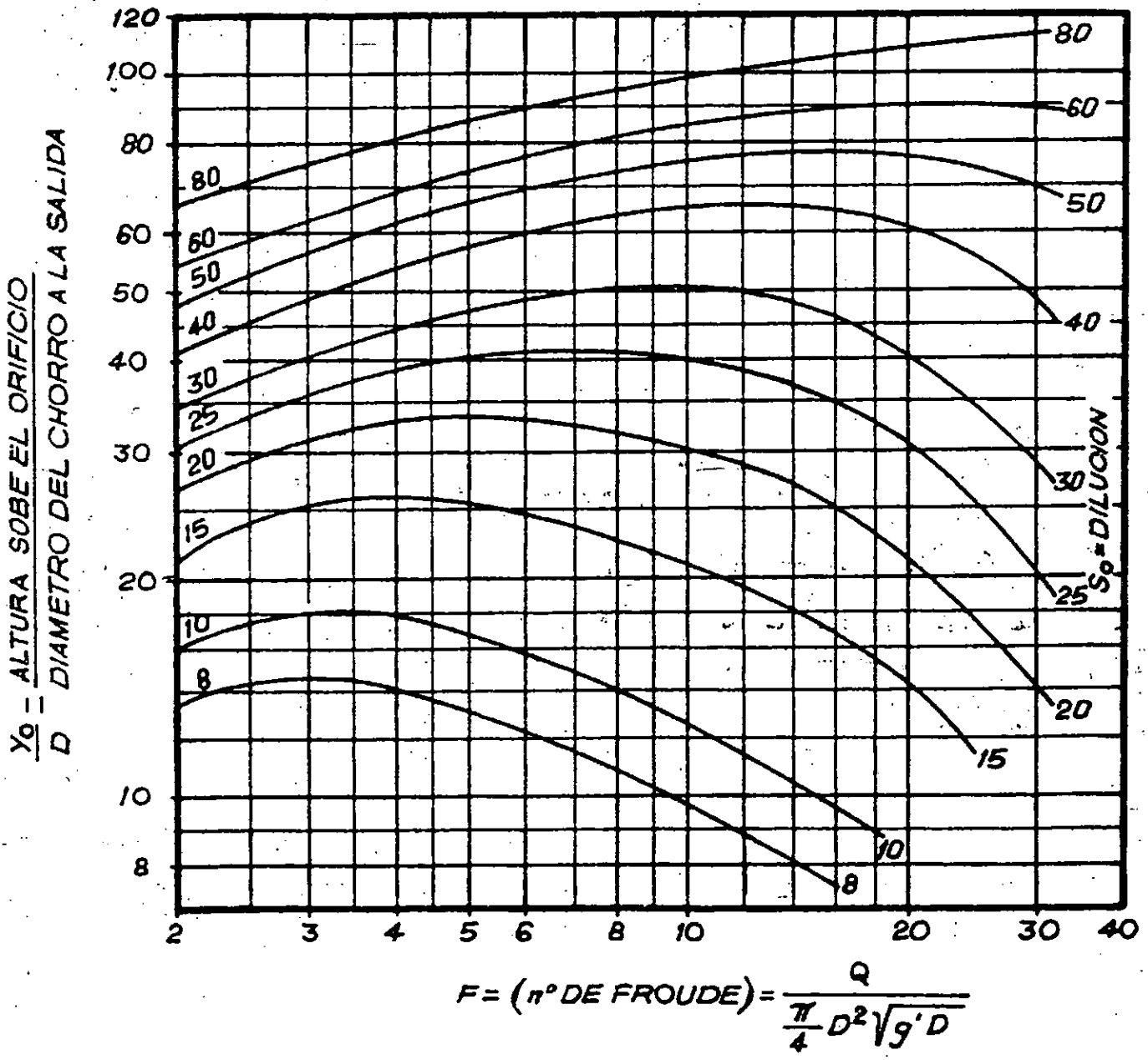
GRAFICO IX -- 7



Fuente: Manual del Curso sobre "Contaminación de Cuerpos Receptores" Facultad de Ingeniería y Agrimensura-Universidad de la República Oriental del Uruguay (1971)

GRAFICO IX - 8

DILUCION INICIAL



Fuente:Transaction of the A.S.C.E.-Rawn y Palmer

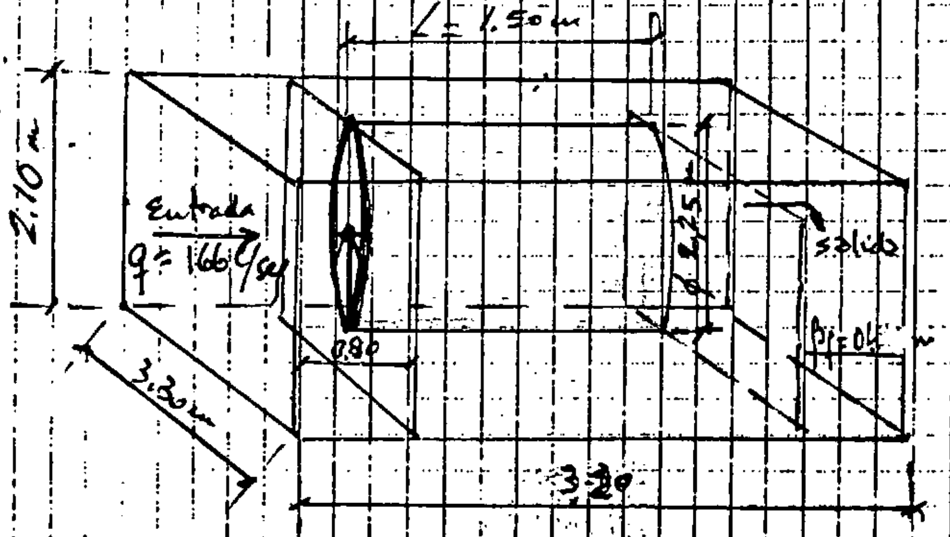
ANEXO X

Diseño de la Sala de tamices rotativos para separación de elementos flotables

Se emplearán tamices rotativos con malla de acero inoxidable de 0,75 mm de abertura. Los tamices girarán alrededor de ejes con posición normal al eje longitudinal de la sala.

Serán alimentados por una derivación de la tubería de impulsión de D°= 0,500 m proveniente de la estación elevadora N°2 y el emplazamiento, por razones funcionales, se ha establecido próximo a la BR-4, desde donde arranca el conducto de D°= 0,700 m que alimenta por gravedad al emisario submarino. La derivación para alimentar la sala de tamices se efectuará desde un ramal a instalar en la tubería de impulsión actual, a continuación del cual se instalará una válvula esclusa de D°= 0,500 m lo que permitirá habilitar el emisario sin que resulte afectado su funcionamiento por la ulterior construcción de la sala de tamices. (Cámara C 1 2)

Se tomará como caudal de diseño, el máximo admisible que puede entregar la estación elevadora (Ver gráfico VII-4) es decir 500 l/seg.
Se instalarán cuatro unidades, una de reserva, por lo que cada una de ellas, deberá tratar en el futuro, un caudal de $\frac{500 \text{ l/seg}}{3} = 166$ l/seg.
Se requieren tamices de D = 2,25 m y longitud L = 1,50 m
Las dimensiones mínimas del tanque en el cual se instalará cada tamiz son



Agua para limpieza

a) Desagüe

$Q_{LIMP} = 1.5\%\ Q_{TRATADO}$

$Q_L = 0.015 \times 166 \text{ l/seg} \times 4 = 9.96$ l/seg

Cada bomba debe elevar el doble del caudal lle-

gado al pozo colector, luego

$Q_b = 20$ l/seg $\times 3 = 60$ l/seg

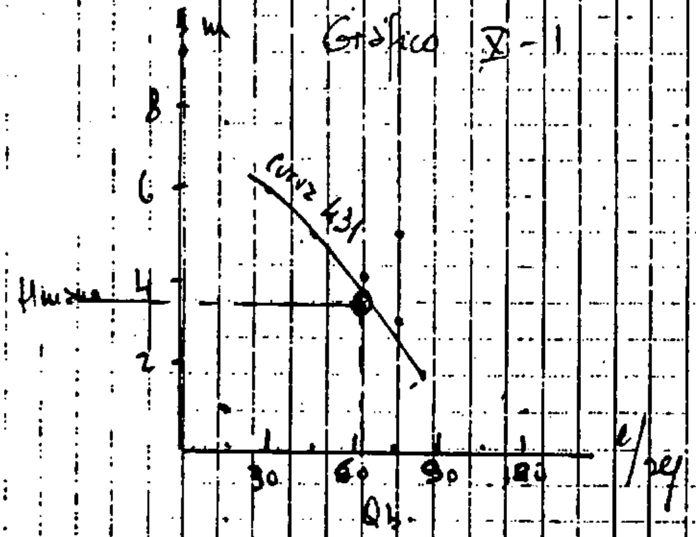
$H_o = 9{,}68$ m $- 6{,}04 = 3{,}68$ m

Para $D^o = 0{,}250$ $J = 0{,}01$ m/m $v = 1{,}20$ m/seg $L = 10$ m

$\Delta l = 0{,}10$ m $H_{man} = 3{,}68 + 0{,}10 = 3{,}78$

Bomba tipo Flygt 3126 HT curva 431

Gráfico X - 1



b) Alimentación

$Q_A = 30$ l/seg $= 450$ gal/min

Presión requerida en las boquillas 3 k/cm² = 30 m ca.

$D^o = 0{,}150$ m

$H_o = 6{,}20 + 30$ m $= 36{,}20$

$J = 0{,}023$ $L = 16$ m $\Delta l = 0{,}36$

$H_{man} = 36{,}20 + 0{,}36 = 36{,}56$ m $= 120'$

Curva 3FL-10 Tipo Worthington

Ing. Miguel A. Marzinelli

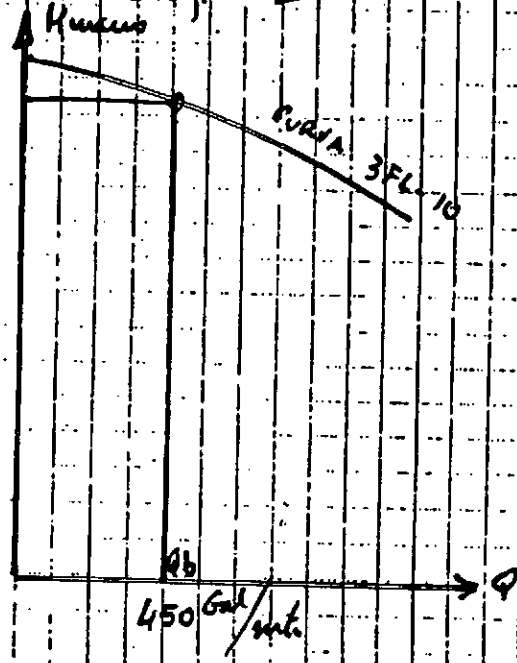
Hoja 4 de 13

TAREA: USHUAIA Disposición líquidos cloacales
ANEXO X (Cont).

Prep. [illegible] Fecha

Rev. Fecha

Gráfico X-2



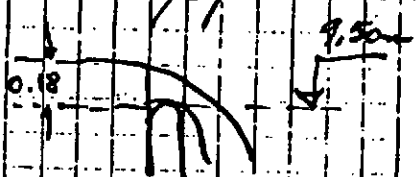
Vertederos de salida de las cámaras de retención

$b = 1{,}20$ m $\quad Q = 166$ l/seg

$Q = 0{,}40 \cdot b \cdot L \sqrt{2gL} = 1{,}77\, b\, L^{3/2}$

Caudal unitario $q = \frac{166 \text{ l/seg}}{1{,}20 \text{ m}} = 138$ l/seg.m

Resulta $L = 0{,}18$ m



Canaletas de salida

$Bf = 0{,}60$ m

Woodward y Posey

$\frac{L}{Bf} = f\left(\frac{Q\, Bf^{1/3}\, n}{Bf^{3}\, i^{1/2}}\right)$

Sección rectangular $n = 0$

$n = 0{,}013$ - Manning

$i = 0{,}01$ m/m

$Q = 0{,}166\, m^3/s = 0{,}332\, m^3/s$

$\frac{0{,}332 \times 0{,}84 \times 0{,}013}{0{,}1 \times 0{,}316} = 0{,}168$

$\frac{L}{Bf} = 0{,}44$ $\quad L = 0{,}44 \times 0{,}60 = 0{,}264$ m

TAREA: USHUAIA Disposición de líquidos cloacales
ANEXO X (Cont)

Tuberías de Entrada

Para 3 tamices $Q = 0.166 \times 3 = 0.498\ m^3/seg$

Para $D = 0.500$ $f = 0.013$ $v = 2.55\ m/s$

$\Delta h_1 = 19\ m \times 0.013 = 0.25\ m$

Derivaciones $D = 0.300\ m$ $Q = 0.166\ m^3/s$

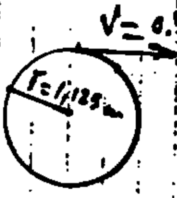
$f = 0.020$ $v = 2.35\ m/s$ $\Delta h_2 = f \frac{v^2}{2g} = 0.56$

Resultan valores normales. $\Delta h_{tot} = 0.81\ m$

Potencia del motoreductor

c/uno $3\ HP = 3\ HP \times 0.736 \frac{kW}{HP} = 2.20\ kW$

Velocidad tangencial y angular del tambor



$$V = \frac{2\pi n r}{60} = \frac{6.28 \times n \times 1.125}{60} = 0.4\ m/s$$

$$n = \frac{60 \times 0.4}{6.28 \times 1.125} = 3.4\ r.p.m.$$

Una vuelta cada 17 seg.5

Rosca transportadora

Helicoidal de 4,30 m de longitud y 250 mm de diámetro con motoreductor – Velocidad de avance 3 m/min instalada en canaleta semicilíndrica con área lateral de malla de acero inoxidable de separación 0,75 mm

Alturas de Bombeo. La sala de tamices funciona con cota 9,80 m mas 0.81 de pérdida en ϕ 500 y ϕ 300, resulta el nivel máximo estático 10.61, es decir, se incrementa la altura de elevación siendo $H_o = 10,61 - 0,80 = 9,81\ m$

Se agrega como Gráfico X-3 la curva conseguida para esta eventualidad 138

Ing. Miguel A. Marzinelli

Hoja 6 de 13

TAREA: USHUAIA. Disposición de efluentes cloacales

ANEXO E

Prep. MM Fecha

Rev. Fecha

Disposición emisario submarino

Se prevé un emplazamiento en la BR-20 partiendo con un conducto enterrado que bordea la península, con una longitud de 1230 m, buscando la zona en que las profundidades se acercan a la costa. En este punto parten dos emisores iguales con una longitud de 260 m c/uno.

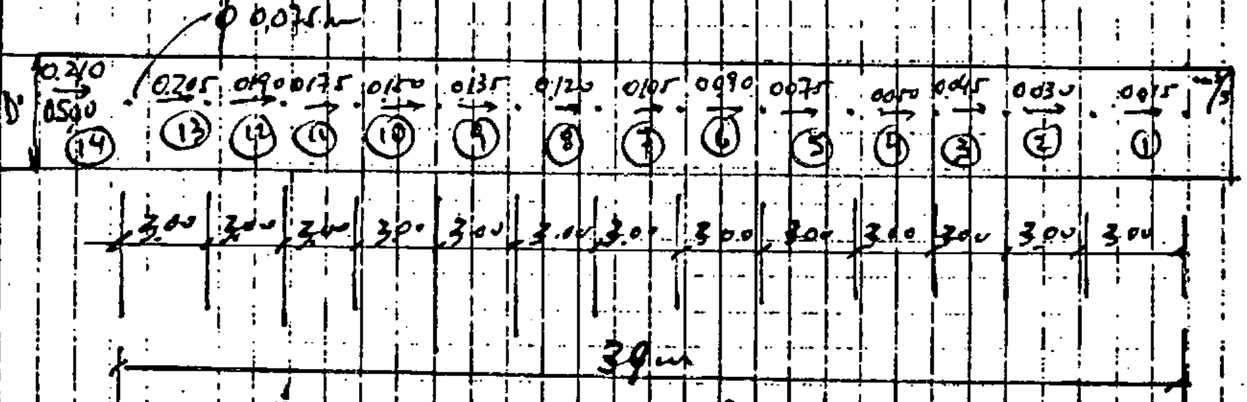
El problema que plantea esta extensión está en la pérdida de carga adicional que ello implica, lo que obliga al conducto de ϕ 0.700 existente a trabajar bajo presión, entre la BR-4 y la BR-20.

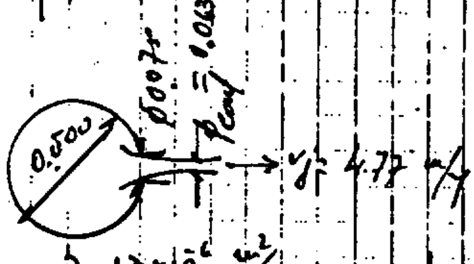
El nuevo conducto que arranca en la BR-20 se lo proyectó de D = 0.700 para ser grande la pérdida de carga en el tramo final, con lo que hidráulicamente es viable el funcionamiento.

Para el cálculo de las pérdidas de carga procedimos de igual manera que para la ampliación del emisario existente. El difusor es de 0.500 m de D° y cada uno cuenta con 14 orificios de ϕ 0.075 m ubicados 6 en cada generatriz.

139

TAREA: USHUAIA Disposición de líquidos cloacales
ANEXO X (Cont)





$V_f = \frac{Q}{\Omega_f} = \frac{0.015}{0.00478 \cdot 0.67} = 4.77$ m/s

$\frac{V_f^2}{2g} = \frac{4.77^2}{19.62} = 1.16$ m

$\nu = 1.3 \times 10^{-6}$ m²/s $\quad k = 0.0004 \quad \frac{D}{k} = 12.500$

TRAMO Nº	L (m)	Q_i m³/s	v_i m/s	q_{ent}/q_i	$v_i^2/2g$ (m)	Coef. K_1	K_1'	P. de C. Δh_1	Δh_2	$Re = \frac{v D}{\nu}$	f	J (m/m)	Δh_3 (m)	$\Sigma \Delta h_i$ (m)
1	3.00	0.015	0.08	1.00	0.000	1.35	1.28	0.0004	0.0004	3.07×10^4	0.023	0.000019	0.00008	0.0005
2	3.00	0.030	0.15	0.50	0.001	0.75	1.65	0.0007	0.0016	5.76×10^4	0.022	0.00044	0.0009	0.0025
3	3.00	0.045	0.23	0.33	0.003	0.42	1.78	0.0013	0.0053	8.85×10^4	0.020	0.00012	0.00024	0.007
4	3.00	0.060	0.31	0.25	0.005	0.35	1.82	0.0018	0.0091	1.19×10^5	0.019	0.00019	0.00038	0.011
5	3.00	0.075	0.38	0.20	0.007	0.28	1.84	0.0024	0.013	1.46×10^5	0.018	0.00025	0.00050	0.016
6	3.00	0.090	0.46	0.17	0.010	0.25	1.87	0.0025	0.019	1.77×10^5	0.018	0.00036	0.00072	0.022
7	3.00	0.105	0.53	0.14	0.014	0.23	1.89	0.0032	0.026	2.04×10^5	0.017	0.00048	0.00095	0.030
8	3.00	0.120	0.61	0.13	0.018	0.17	1.91	0.0031	0.034	2.35×10^5	0.016	0.00058	0.0012	0.038
9	3.00	0.135	0.69	0.11	0.024	0.09	1.93	0.0022	0.046	2.65×10^5	0.015	0.00072	0.0014	0.050
10	3.00	0.150	0.76	0.10	0.029	0.04	1.95	0.0012	0.057	2.92×10^5	0.015	0.00087	0.0017	0.060
11	3.00	0.175	0.89	0.09	0.040	0.03	1.96	0.0012	0.078	3.42×10^5	0.014	0.0011	0.0024	0.081
12	3.00	0.190	0.97	0.08	0.048	0.02	1.97	0.0010	0.095	3.73×10^5	0.014	0.0013	0.0027	0.097
13	3.00	0.205	1.04	0.07	0.055	0.01	1.98	0.0006	0.109	4.00×10^5	0.014	0.0015	0.0031	0.112
14	230	0.220	1.12	—	0.064	—	—	—	—	4.30×10^5	0.013	0.0017	0.382	0.382
												Σ		0.909

$J = \frac{f}{D} \frac{v^2}{2g}$ Gráfico de Rouse

Ing. Miguel A. Marzinelli

Hoja 8 de 13

TAREA: USHUAIA - Impulsión de líquidos cloacales
Anexo X (Cont)

Prep. [illegible] Fecha

Rev. Fecha

Cálculo del conducto proyectado, D = 0,700 entre la cámara terminal donde descargan los colectores, hasta la BR-N°20

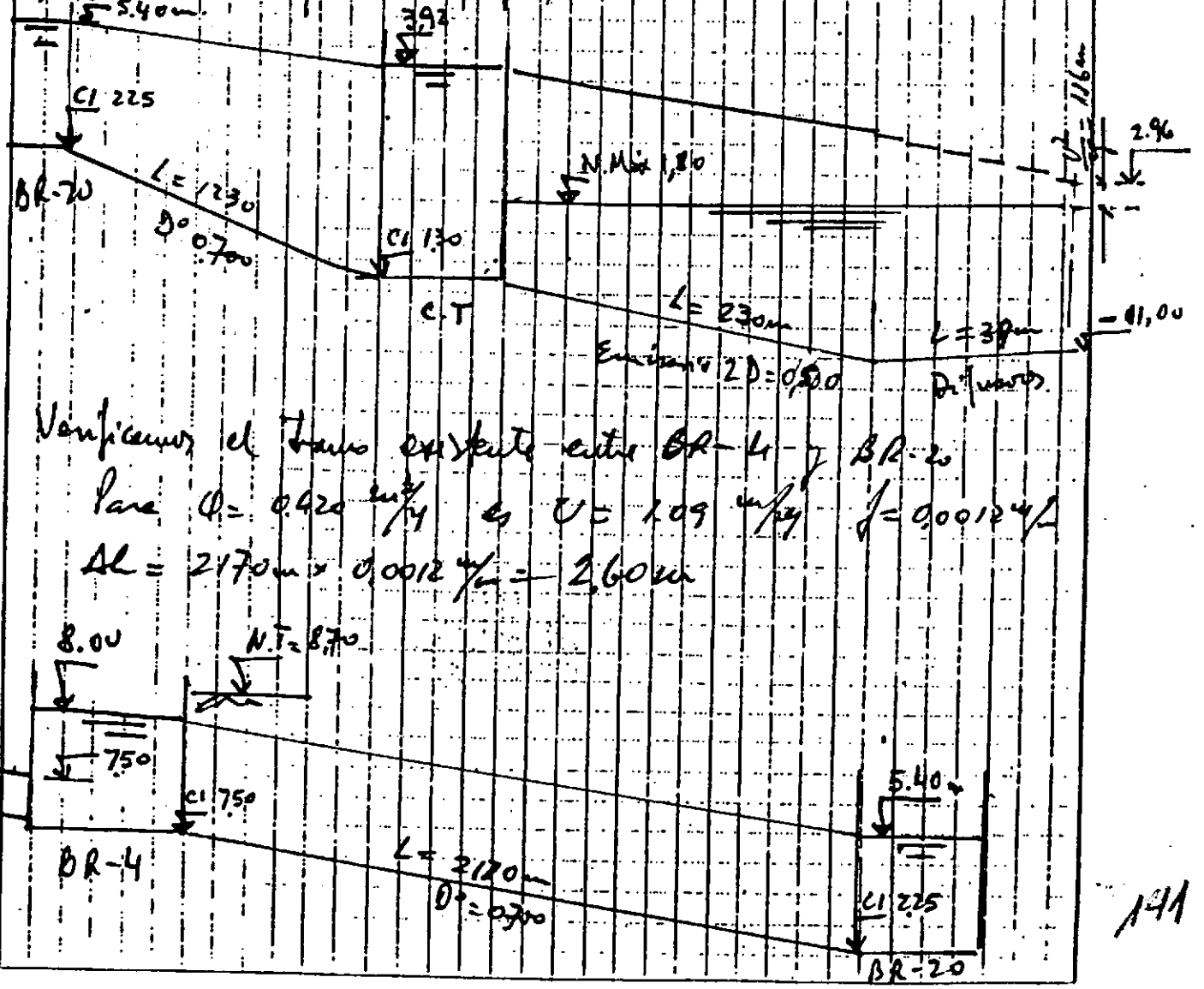
L = 1230m $Re = \frac{1,09 \times 0,7}{1,13 \times 10^{-6}} = 1,88 \times 10^{6}$ $\frac{\Delta}{k} = 17500$

Resulta $f = 0,014$

$$J = \frac{0,014}{0,7} \cdot \frac{1,09^2}{19,62} = 0,0012 \text{ m/m}$$

$\Delta l = 1230m \times 0,0012 \text{ m/m} = 1,48m$

Se tiene el siguiente perfil hidráulico:



Verificamos el tramo existente entre BR-4 y BR-20

Para $Q = 0,420 \text{ m}^3/\text{s}$ y $v = 1,09 \text{ m/s}$ $J = 0,0012$ m/m

$\Delta l = 2170m \times 0,0012 \text{ m/m} = 2,60m$

141

Si bien todo el tramo por gravedad, desde la BR-4 hasta la cámara terminal funciona bajo presión, en la BR-4 la cota que se alcanza para máximo caudal es 8,00 m, es decir 0,00 m por encima de la tubería de impulsión lo que no causa problemas.

Además, la cota resultante 8,00 en la BR-4 es compatible con el perfil hidráulico de la sala de bombas, pues previendo estas eventualidades, se dejó aproximadamente 1,00 m de huelgo en los vertederos de salida.

Para $Q_{mín} = 0.150\ m^3/s$ se tienen los siguientes niveles, C.T = 2.46, BR-20 = 2.68, BR-4 = 3.06 — Funcionan a escurrimiento a superficie libre

Cálculo de la dilución

Gráficas IX-1 y IX-VIII

$V_j = 4.77\ m/seg$ $\quad Y_0 = \begin{cases} \text{mín} & 12.20\ m \\ \text{máx} & 12,80\ m \end{cases}$ $\quad D = 0.075$

$$\frac{\Delta S}{S} g = g' = \frac{1030-1000}{1000}\ 9,81\ m/seg^2 = 0.2943$$

Diámetro de la vena contracta $D_c = 0.063\ m$

$$\frac{Y_0}{D} = \begin{cases} \text{mínimo} & 193.65 \\ \text{Máximo} & 203,17 \end{cases}$$

$$F = \frac{V_j}{\sqrt{g' D_c}} = \frac{4.77}{\sqrt{0.2943 \cdot 0.063}} = \frac{4.77}{0.136} = 35,$$

Se obtiene una $D_1 = 120$ – Adoptamos $D_1 = 80$ (Valor conservador) 142

Interferencia entre chorros

De acuerdo con el Anexo IX tenemos:

D' = Separación entre orificios (a determinar)

D_1 = Dilución inicial = 80

D = Diámetro de la vena contracta = 0.063 m

$$L = \frac{D_1 D}{0.32} = \frac{80 \times 0.063}{0.32} = 15.75$$

$$D' = D + 0.4L = 0.063 + 0.4 \times 15.75 = 6.35 \text{ m}$$

Esto implica una pequeña interferencia que no resulta importante, ya que la separación mínima entre orificios ubicados sobre una misma generatriz es de 6.00 m

Cálculo de la dilución D_2

Según registros oceanográficos, Anexo VII, se han tomado valores de velocidad registrados en la estación N° 11 que es la más próxima al sitio elegido para la descarga

$V_{max} = 7.6 \frac{km}{24} = 0.27 \text{ km/h}$

$V_{min} = 2.0 \frac{km}{4} = 0.07 \text{ km/h}$

$V_{viento} = 16 \frac{km}{h} \times 0.025 = 0.403 \text{ km/h}$

$V_{viento} = 31 \frac{km}{h} \times 0.025 = 0.775 \text{ km/h}$

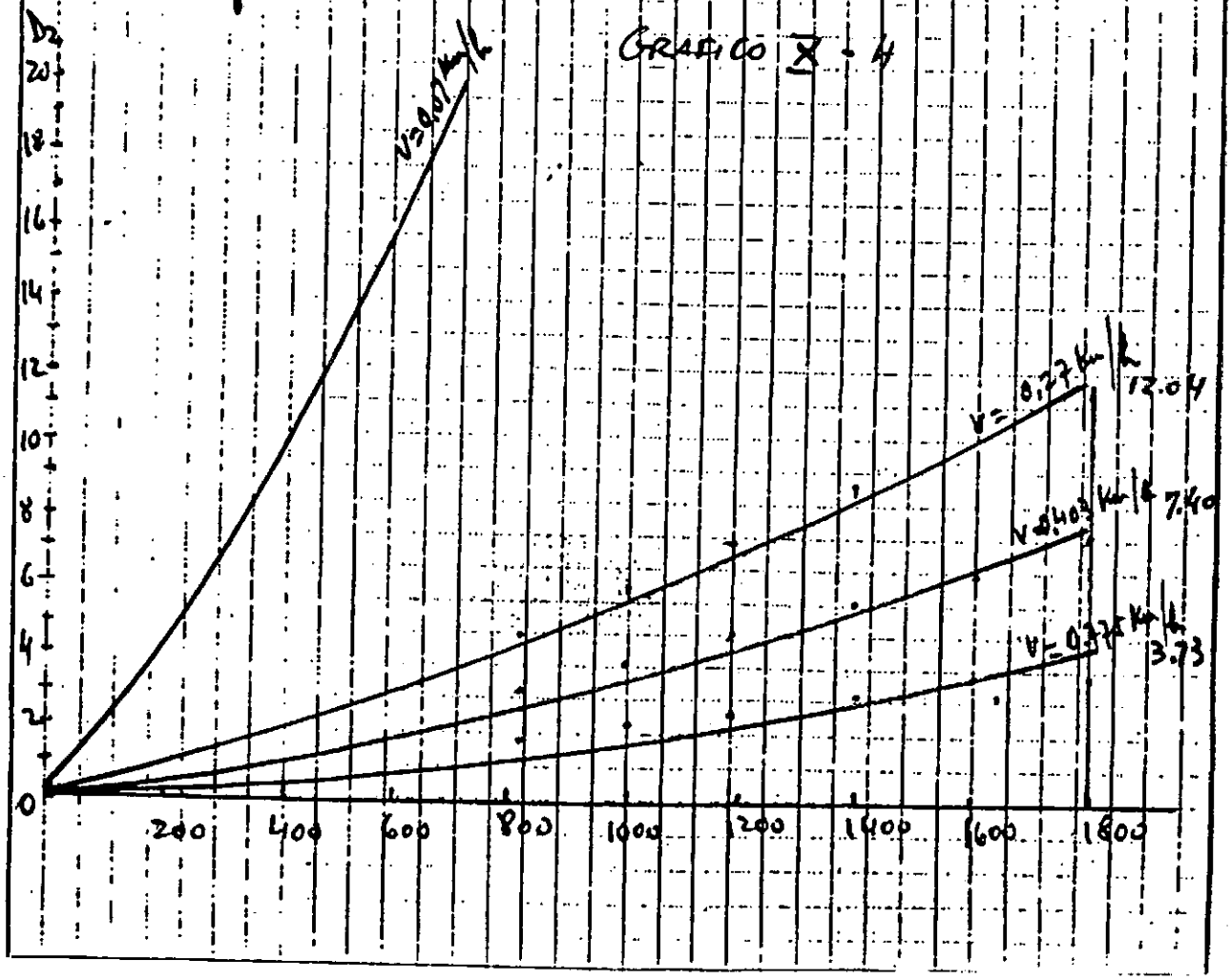
Para b = 2 x 39 = 78 m Usando el gráfico IX-4 determinamos los siguientes resultados:

Cuadro X - 1

Tiempo en horas				Distancias (m)	Dilución D_2			
0.27 Km/h	0.07 Km/h	0.40 Km/h	0.75 Km/h		0.27 Km/h	0.07 Km/h	0.40 Km/h	0.75 Km/h
2.96	11.43	1.99	1,03	800	4,76	24,39	3,13	1,75
3.70	14,28	2,48	1.29	1.000	5,99	33,38	3,89	2,08
4.44	17.14	2,97	1.55	1.200	7,41	41,46	4,76	2,50
5.18	20,00	3,47	1.80	1.400	8,84	52,63	5.55	2,86
5.92	22.85	3,97	2,20	1.600	10,41	66,66	6,45	3,68
6.67	25.71	4.47	2.32	1800	12.04	76,92	7,40	3.73

Se representan los valores de dilución D_2 obtenidos en función de las distancias

Gráfico X - 4



A los efectos comparativos con el emisario existente, se han calculado los valores de D_2 para una distancia de 1800 m, obteniéndose un mínimo $D_2 = 3,73$ y un máximo $D_2 = 12,04$

El valor máximo se da para la velocidad de 7,6 cm/seg = 0.27 Km/h, valor hallado de los estudios oceanográficos (velocidad máxima registrada)

Para los tiempos próximos a $T_{90} = 2,5$ hs, se obtienen diluciones que varían entre $D_2 = 4,76$ y $D_2 = 3,73$ En base a esta diferencia de valores la media geométrica para los valores del gráfico resultan $\sqrt{12,04 \times 7,40 \times 3,73} = 6,79$ y para los valores de $T = 2,5$ hs $\sqrt{4,76 \times 3,73} = 4,21$

Adoptamos un valor de $D_2 = 5$

Decaimiento de Bacterias - D_3

Adoptamos la expresión $D_3 = \frac{C_0}{C_t} = e^{\frac{2,3 \times x}{T_{90} \cdot 60 \cdot V_c}}$

x = distancia

$T_{90} = 2,5$ hs.

V_c = 4,5 nudos
1,16 "
6,71 "
12,9 " Hacemos el siguiente cuadro

Cuadro X – 2

X	2,3 X	$T_{90} \cdot 60 \cdot V_c$ 4,5	6,75	11,6	17,4	6,71	10,06	12,91	19,37	$D_3 = \Phi \frac{2,3 X}{T_{90} \cdot 60 \cdot V_c}$		
800	1840									13,51	6,13	2,52
1000	2300									29,65	9,70	3,24
1200	2760									58,99	15,35	4,11
1400	3220									116,20	24,29	5,23
1600	3680									229,00	38,42	6,65
1800	4140									451,00	61,00	8,44

$V_c = 6,71 \frac{m}{min}$

61,00

GRAFICO X – 5

D_3

$V_c = 12,9 \frac{m}{min}$

X (m)

200 400 600 800 1000 1200 1400 1600 1800

Para X = 1800

$$\sqrt[3]{451 \cdot 61 \cdot 8,44} = \sqrt[3]{232192} = 58,98 = D_3$$

$$\frac{451 + 61 + 8,44}{3} = 173,5 = D_3$$

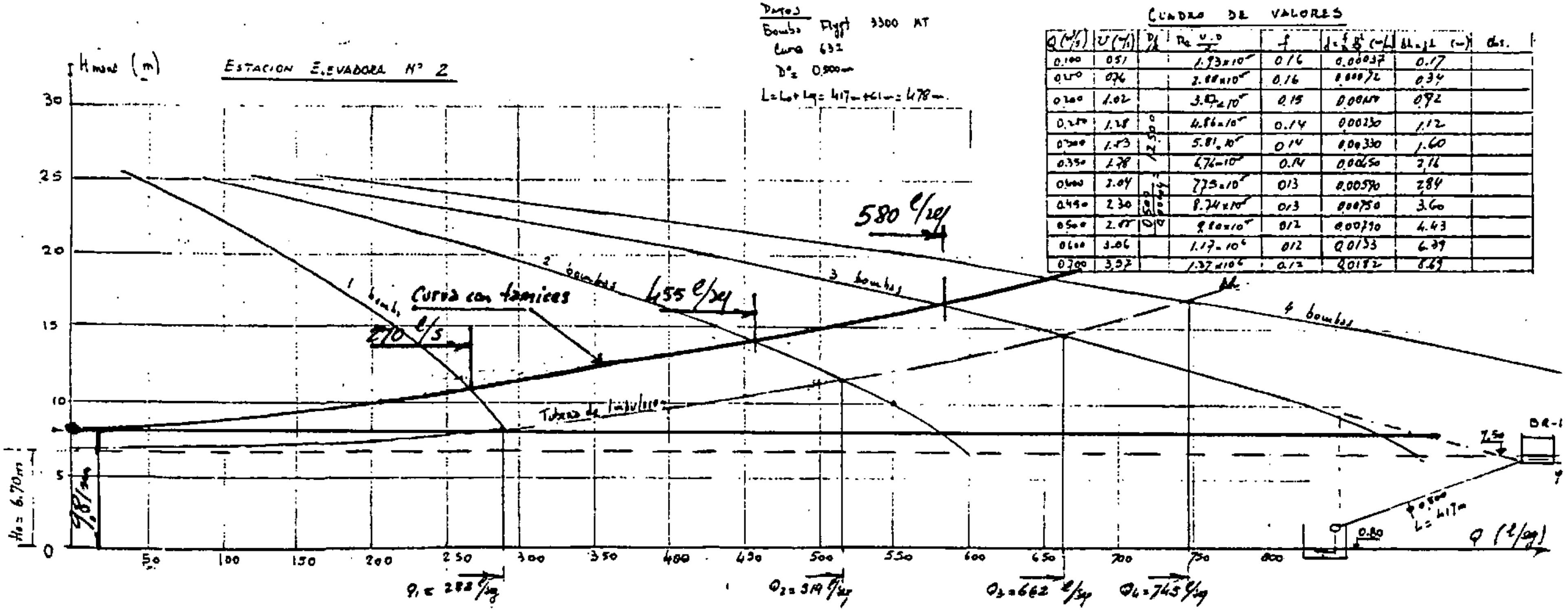
Adoptamos un valor conservativo $D_3 = 30$

La dilución total valdrá $D_T = D_1 \cdot D_2 \cdot D_3 = 80 \cdot 5 \cdot 30 = 12.000$

Superior al valor 5000 del reglamento aplicable

Anexo X

Gráfico X-3



Cuadro de valores

Q (m^3/s)	V (m/s)	D/ε	$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$	f	$J = \frac{f}{D}\frac{V^2}{2g}$ (-)	$h_f = J \cdot L$ (m)	obs.
0.100	0.51		1.93×10^5	0.16	0.00037	0.17	
0.150	0.76		2.88×10^5	0.16	0.00072	0.34	
0.200	1.02		3.87×10^5	0.15	0.00149	0.92	
0.250	1.28		4.86×10^5	0.14	0.00230	1.12	
0.300	1.53		5.81×10^5	0.14	0.00330	1.60	
0.350	1.78		6.76×10^5	0.14	0.00450	2.16	
0.400	2.04		7.75×10^5	0.13	0.00590	2.84	
0.450	2.30		8.74×10^5	0.13	0.00750	3.60	
0.500	2.55		9.80×10^5	0.12	0.00790	4.43	
0.600	3.06		1.17×10^6	0.12	0.0133	6.39	
0.700	3.57		1.37×10^6	0.12	0.0182	8.69	

ANEXO XI

Ing. Miguel A. Marzinelli

Hoja 1 de 16

TAREA: USHUAIA - Disposición de líquidos cloacales
ANEXO XI - Cómputo y Presupuesto

Prep. MM Fecha

Rev. Fecha

1 - Sala de Tamices

1.1. Obra Civil

- Excavación

Base
1 m x 1 m x 4 m = 4 m³ x 22 = 88 m³

Galerías tamices y canal
13 x 1.80 x 11 = 257 m³

Pozo bomba
2.30 m x 4 x 2.80 = 37 m³ — 37 m³
3.30 m x 4.20 x 2.80 = 39 m³ — 39 m³

Cámara
1.80 x 1.80 x 2.90 = 9.40 m³ — 9.40 m³
2 (1.50 x 1.50 x 0.50) = 2.25 m³ — 2.25 m³

Cañería ø 0.50
a) 1.0 m x 0.80 x (2.3 + 1.3)/2 = 14.40 m³ — 14.40 m³
b) 9 m x 0.95 x 1.80 = 16 m³ — 16.00 m³

Total excavación 463,00 m³

- Terraplenamiento

9.50 x 11.70 x 1.65 = 184 m³
(0.60 + 1.60)/2 x 1.40 x 80 = 123 m³

Total terrap. 306,00 m³

Hormigón Armado

Losa
11.70 x 11.30 x 0.20 = 26.50 m³ — 26.50 m³
11.30 x 10.80 x 0.20 = 24.40 m³ — 24.40 m³
(1.1 x 0.20 x 2.55) 2 = 11.20 m³ — 11.20 m³

Ing. Miguel A. Marzinelli

Hoja 2 de 16

TAREA: ANEXO XI

Prep. MM Fecha

Rev. Fecha

(11 x 0,15 x 2,55) / 6 =	4,20 m³	4,20 m³
11,70 x 0,24 x 2,55 =	6,00 m³	6,00 m³
10,70 x 0,20 x 2,55 =	5,50 m³	5,50 m³
(3,10 x 0,15 x 2,55) / 4 =	4,80 m³	4,80 m³
Pisos		
7,60 x 0,20 x 2,50 =	3,80 m³	3,80 m³
9,00 x 0,20 x 2,50 =	4,50 m³	4,50 m³
Vigas		
0,20 x 0,45 x 155 =	14 m³	14,00 m³
Columnas		
(0,24 x 0,20 x 8,00) / 24 =	8,20 m³	8,20 m³
Bases		
24 ((1 m² + 0,04 m²) / 2 x 0,70) =	8,70 m³	8,70 m³
	Total H° A°	121,80 m³

Armaduras

110 kg/m³ x 121,80 m³ = 13,4 t Total armadura 13,4 ton

Superficie techos

14 x 24 = 336 m² Sup techo total 336,0 m²

Rampas

Lateral

14 (11 x 2,55) =	393 m²	393 m²
2 (9 x 2,55) =	46 m²	46 m²
8 (3 x 2,55) =	61 m²	61 m²

Ing. Miguel A. Marzinelli

Hoja 3 de 16

TAREA: ANEXO XI

Prep. [illegible] Fecha

Rev. Fecha

8.30 x 3.30 = 28 m² 28.00 m²

6.80 x 2.10 = 14.50 m² 14.50 m²

Total revoque impermeable 542.50 m²

Revoque interior

125 m x 4.40 m = 550,00 550,00

$\frac{2 \times 12}{2}$ 2 = 24.00 m² 24.00

Total revoque interior 574,00 m²

Revoque exterior

125 x 3.40 = 425.00 m²

$\frac{2 \times 12}{2}$ 2 = 24.00 m²

Total revoque exterior 449 m²

Mampostería

De 0.30 m de espesor

Común

449 m² x 0.30 = 135 m³ Tot mamp. común 135 m³

Ladrillo visto

125 x 1.00 x 0.30 = 38 m³ Tot mamp. vista 38 m³

De 0.15 m

26.40 m x 4.40 = 116 m² Tot mamp. tabiques { 116 m² / 17.40 m³

116 m² x 0,15 = 17.40 m³

Revestimiento azulejos

8.20 x 1.80 = 15 m² Tot azulejos 15,00 m²

Carpintería de aluminio

12 (2,00 x 1.50) = 36 m²

0.85 x 1.00 = 0.85 m² Total aluminio 36,85 m²

150

Ing. Miguel A. Marzinelli

Hoja 4 de 16

TAREA: ANEXO XI

Prep. [illegible] Fecha

Rev. Fecha

Puertas y Portón (Madera)

5 (0.90 x 2.20) = 9.90 m²

1.10 x 2.50 = 2.75 m²

3.30 x 3.20 = 10.56 m²

Total Carp. madera 23,20 m²

Barandas caño 3/4" H°G°

Horiz. 2.80 x 24 = 67.20

1.55 x 24 = 37.20

9 x 2 = 18.00

27 x 2 = 54.00

4 x 2 = 8.00

184.50 m C°H°G° 3/4

Parantes

$\frac{184,50}{2 \times 0,90}$ = 102.60 " "

Total C°H°G° 3/4" 288,00 m

Iluminación y telefonía

Interior

Centros 30

Tomas 60

Exterior Centros 24

Total bocas 114 -

Inst. Sanitaria - (Baño y Cocina)

Artefactos + instalación Gl

Inst. Calefacción

Losa radiante: 10.80 x 2.80 = 30.24 m²

10.65 x 10.70 = 114.00 m²

Tot. Cal = 144.20 m²

151

Ing. Miguel A. Marzinelli

Hoja 5 de 16

Prep. [signature] Fecha

Rev. Fecha

TAREA: ANEXO XI

Pisos

a) Mosaicos

10.50 x 3 = 31.50 m²

3.00 x 1.8 = 5.40 m²

1.04 x 2.80 = 2.80 m²

Tot. mosaicos 39.70 m²

b) Alisado y rodillado

10.70 x 5.55 = 59.38 m²

4.63 x 1.95 = 9.00 m²

10.80 x 2.80 = 30.30 m²

6 (0.70 x 1.70) = 7.14 m²

Total cemento alisado y rod 105,80 m²

Mesada cocina

0.65 x 1.60 = 1.04 m² con fileta

Artefacto 1 tres hornallas y horno y calefón

Roperos

2 (1.50 x 2.50) = 7.50 m²

Vidrios 36.85 m²

Pintura

Aberturas 36.85 m² (Al)

23.20 m² (Mad)

Interior 574.00 m²

Cielorraso 336.00 m²

Exterior 449,00 m²

Barandas 288.00 m

152

Ing. Miguel A. Marzinelli

Hoja 6 de 16

TAREA: ANEXO XI

Prep. [signature] Fecha

Rev. Fecha

Contrapisos

39.70 m²

Capa aisladora (horizontal + vertical)

67 m × 1,30 m = 87 m²

Escaleras

1 metálica (2,50 m altura)

1 hormigón (11 escalones)

Inst. gas GL

Hormigón de cascotes

1 m² × 24 × 0.20 = 4.80 m³

10.70 × 11.40 × 0.20 = 24.40 m³

4.20 × 2.80 × 0.20 = 2.35 m³

Total hormigón de cascotes = 31.55 m³

Tanques 2 × 500 l - Subterráneos -

De los presupuestos detallados se obtiene:

a) Sala de Tanino

Costo obra civil $ 281.815,17

Costo obra electromecánica $ 416.850,00

Costo total $ 698.665,17

Calculo de los costos anuales

Obra civil Vida útil 40 años

Tasa interes 12 % anual

Mantenimiento 1,5 % anual

Amortización 0,12292 % anual

Valor de la anualidad 13,63292 % anual

Costo anual $ 281.815,17 × 0,1363292 = $ 38419,64 / año

Instalaciones electromecánicas

Vida útil 10 años Tasa interes 12% anual

Amortización 0,2717 %

Anualidad 12,2717 %

Amortización $ 416.850,00 × 0,122717 = $ 51154,58 / año

Mantenimiento 3% anual

Costo mantenimiento $ 416.850 × 0,03 = $ 12504,49 / año

Operación

Energía eléctrica

- Bombas sumergibles

36,80 KW-h/día × 0,058 $/KW-h = 2,134 $/día

Bombas pozo profundo

$203,28 \frac{KW\text{-}h}{día} \times 0{,}058 \frac{\$}{KWh} = 11{,}79 \frac{\$}{día}$

Tanques

$(2 KW \times 24 \frac{hs}{d}) 3 = 144 \frac{KW\text{-}h}{día} \times 0{,}058 \frac{\$}{KWh} = 8{,}35 \frac{\$}{día}$

Dif. bombeo E.E. N°2 $150 \frac{KW\text{-}h}{día} \times 0{,}058 \frac{\$}{KWh} = 8{,}70 \frac{\$}{día}$

Iluminación y Calefacción

$10 KW \times 10 \frac{horas}{día} = 100 \frac{KW\text{-}h}{día} \times 0{,}058 \frac{\$}{KWh} = 5{,}80 \frac{\$}{día}$

Costo energía $36{,}77 \frac{\$}{día}$

Costo anual $36{,}77 \frac{\$}{día} \times \frac{360 d}{año} = 13.421{,}05 \frac{\$}{año}$

Personal 4 turnos + reten = 10 jornales diarios

Salario mes c/cargas sociales: $3060 \frac{\$}{mes} \times 12 m = 36720{,}00 \frac{\$}{año}$

Resumen costos anuales

Amortización	51.154,58	\$/año
Mantenimiento	12.504,49	"
Energía Eléctrica	13.421,05	"
Personal	36.720,00	"
Total Costo anual Op. y Mant.	113.800,12	\$/año

Total Costos anuales

Obra Civil	38419,64	\$/año
Obra Electromecánica	113.800,12	"
Costo total	152.219,76	\$/año

PARTIDA		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe	
N°	DESCRIPCION				Parcial	Total
	SALA DE TAMICES					
	A) Obra civil					
1	Excavación	m^3	463	10,20	4722,60	
2	Terraplenamiento	m^3	306	13,30	4069,80	
3	Hormigón de cascotes	m^3	31,55	132,00	4164,60	
4	Hormigón armado incluyendo armaduras	m^3	121,80	602,00	73323,50	
5	Mampostería común e = 0,30m	m^3	135,00	230,00	31050,00	
6	Mampostería de ladrillos vista	m^3	38,00	302,00	11476,00	
7	Mampostería común e = 0,15 m	m^3	17,40	255,00	4437,00	
8	Revoque impermeable alisado	m^2	542,50	42,00	22785,00	
9	Revoque interior,grueso y fino	m^2	574,00	18.00	10332,00	
10	Revoque exterior con salpicado	m^2	449,00	24,00	10776,00	
11	Piso cemento alisado y rodillado	m^2	105,80	14,00	1481,20	
12	Piso de mosaicos graníticos	m^2	39,70	30,00	1191,00	
13	Cubierta completa	m^2	336,00	95,00	31920,00	
14	Revestimiento azulejos	m^2	15,00	50,00	750,00	
15	Carpintería de madera	m^2	23,20	125,00	2900,00	
16	Carpintería de aluminio	m^2	36,85	94,00	3463,90	
17	Vidrios 4 mm	m^2	36,85	40,00	1474,00	
18	Roperos con interiores	N°	2	650,00	1300,00	
19	Sanitarios,baño y cocina incluyendo plomería y grifería	Gl	-	----	3580,00	
20	Tamques de reserva con val.flot.500l	N°	2	150,00	300,00	
21	Inst. gas incluyendo cocina y T.term	Gl	-	----	1340,00	
22	Inst. eléctrica interior y exterior	boca	114	95,00	10830,00	
23	Calefacción losa radiante	m^2	114,20	39,50	4453,80	
24	Tamque termo para 40.000 Cal.	N°	1	4980,00	4980,00	

156

PARTIDA		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe	
N°	DESCRIPCION				Parcial	Total
25	Capa aisladora horizontal y vertical	m^2	87,00	5,00	435,00	
26	Barandas,caño H°G°de 3/4",incluyendo codos y ramales	m	288,00	32,80	9446,40	
27	Escaleras					
	a) Metálica 2,50 m altura	m	2,50	350,00	875,00	
	b) Hormigón 11 escalones	N°	11,00	70,00	770,00	
28	Contrapisos	m^2	39,70	28,00	1111,60	
29	Pintura					
	a) Interior al agua,tres manos	m^2	574,00	9,50	5453,00	
	b) Carpintería de madera	m^2	46,40	15,00	696,00	
	c) Barabdas	m	288,00	3,50	1008,00	
30	Cañería A.C. D°0,500 m	m	10,00	250,00	2500,00	
		Subtotal			$	268.395,40
		Imprevistos 5%				13.419,77
		Total Obra Civil				281.815,17

Son doscientos ochenta y un mil ochocientos quince pesos con 17/100.

Este presupuesto comprende a los materiales,su transporte y la mano de obra.-

157

PARTIDA		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe	
N°	DESCRIPCION				Parcial	Total
	B) Provisión,transporte y montaje del equipamiento electromecánico					
1	Cañería de acero Sch 14,incluyendo piezas especiales y su protección.					
	De 0,500 m de diámetro	m	20	580,00	11600,00	
	De 0,300 m de diámetro	m	4	380,00	1520,00	
	De 0,200 m de diámetro	m	6	250,00	1500,00	
	De 0,150 m de diámetro	m	30	180,00	5400,00	
					Subtotal $	20020,00
2	Válvulas esclusas de doble brida,incluyendo bulones y juntas					
	De 0,500 m de diámetro	N°	2	5200,00	10400,00	
	De 0,300 m de diámetro	N°	4	3500,00	14000,00	
	De 0,200 m de diámetro	N°	2	2300,00	4600,00	
	De 0,150 m de diámetro	N°	2	1800,00	3600,00	
					Subtotal $	32600,00
3	Válvulas de retención a charnela					
	De 0,200 m de diámetro	N°	2	3000,00	6000,00	
	De 0,150 m de diámetro	N°	2	1800,00	3600,00	
					Subtotal $	9600,00
4	Bombas sumergibles para 0,060 m^3/seg y H_m = 5 m.c.a.	N°	2	6000,00	12000,00	
5	Bombas tipo pozo profundo,para 0,030 m^3/seg y H_m = 40 m.c.a.	N°	2	7500,00	15000,00	
					Subtotal $	27000,00
6	Tamices rotativos con malla de acero inoxidable de 0,75 mm,incluyendo motorreductos y demás accesorios.	N°	4	35000,00	140000,00	
					Subtotal $	140000,00

PARTIDA		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe	
N°	DESCRIPCION				Parcial	Total
7	Rosca transportadora de 0,20 m de diámetro y 4,50 m de longitud,incluyendo motorreductos	N°	1	3000,00	3000,00	3000,00
8	Extractor de aire tipo helicoidal para 35 m^3/minuto	N°	2	450,00	900,00	900,00
9	Monorriel manual para 1,5 ton. incluyendo viga NP 24,de 34 m de longitud	N°	1	15000,00	15000,00	15000,00
10	Instalación para fuerza motriz	Gl			77000,00	77000,00
11	Tablero General de Comando	Gl			25000,00	25000,00
12	Tubería de asbesto cemento C-5 de 0,150 m de diámetro para provisión de agua de limpieza	m	430	100,00	43000,00	43000,00
13	Válvula de flotante para D°= 0,150	N°	1	800,00	800,00	800,00
14	Marco y tapa de hierro fundido para acceso a cámaras,tipo liviano.	N°	4	570,00	2280,00	2280,00
				Sub-Total obra electromec.	$	397000,00
				Imprevistos 5 %		19850,00
				Total obra electromecanica	$	416850,00

Son cuatrocientos dieciseis mil ochocientos cincuenta pesos

Total Gral.Sala de Tamices	$	698665,17

Son seiscientos noventa y ocho mil seiscientos sesenta y cinco pesos con 17/100.

VARIANTE Prolongación Emisario Subterráneo

COMPUTO METRICO

Excavación

Para conducto Ø700 m de Ø

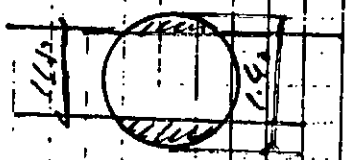
L = 1230 m Ancho Zanja 1,15 m

Tapada 1,20 m

$V = 1{,}20 \times 1230 \times 1{,}15 = 1697{,}40\ m^3$

Bocas de reparto: Sobreancho excavación

$\frac{0{,}25 \times 1{,}50}{2} \times 2 = 0{,}26\ m^2 \times 1{,}50 = 0{,}39\ m^3$



Nº Bocas de Reparto 8

Vol adicional $8 \times 0{,}39 = 3{,}12\ m^3$

Cámara terminal $3{,}30 \times 3{,}35 \times 1{,}70 = 18{,}79\ m^3$

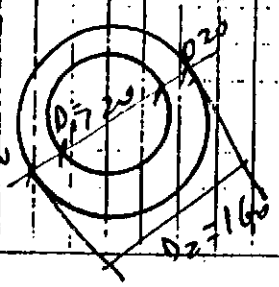
Total excavación = 1697,40 + 3,12 + 18,79 = 1720 m^3

Relleno Zanja $\frac{1720 \times 0{,}50}{1{,}20} = 717\ m^3$

Nivelación

$\frac{6 + 1{,}20}{2} \times 1{,}20 = 4{,}32\ m^2$ L = 140 m

Vol = 4,32 m^2 × 1,40 m = 605 m^3

BR: 

$A = \frac{\pi(1{,}60^2 - 1{,}20^2)}{4} = 0{,}88\ m^2$

Altura promedio = 5 m

Vol = (0,88 × 5) 8 = 35,20 m^3 c/u

160

Cámara terminal

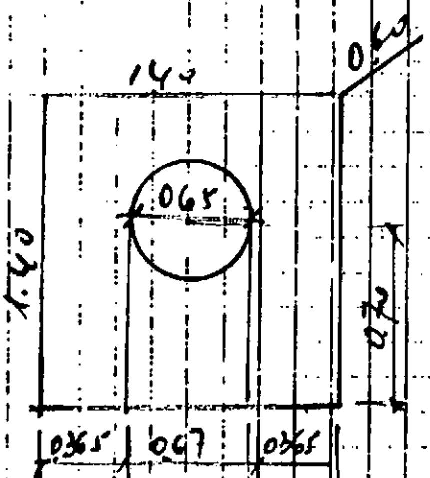
$V = 18\,m \times 0{,}20 \times 4.40 = 15.84\,m^3$

Sobrelevación BR existente cantidad 17

h prom = 3 m Vol = $0.88\,m^2 \times 3\,m = 2.64\,m^3$/boca

Vol total = $2{,}64 \times 17 = 45\,m^3$

Verificación bloques de anclaje



Vol bloque

$V_1 = (0.365 \times 1.40 \times 0.60)\,2 = 0.613$

$V_2 = 0.67 \times 0.70 \times 0.60 = 0.282$

$V_{tot} = 0.895$

Vol ø 500 L = 3 m

$V_3 = \frac{0.65^2 \times 3.14}{4}\,3 = 0.995\,m^3$

Peso bloque sumergido = $0{,}895\,m^3\,(2400 - 1030)\,\frac{kg}{m^3} = 1226\,kg$

Fuerza flotación máxima $0.995\,m^3 \cdot 1030\,\frac{kg}{m^3} = 1024\,kg$

Coeficiente de seguridad $\frac{1226}{1024} = 1{,}20$

Ing. Miguel A. Marzinelli

Hoja 15 de 16

TAREA: ANEXO XT

Prep. Fecha

Rev. Fecha

Costos Anuales - Variante Nuevo Emisario

Vida útil 30 años

Tasa de interés 12% anual

Mantenimiento 0.25% anual

Amortización 0.1453% anual

Total anualidad 12,3953

Costo anual instalación: 1.595.771 $ x 0,123953/año = 197.800 $/a

Costos operativos

Monitoreo y replicas

0,5 m-h x 12 m x 3060 $/m = 18.360 $/a

Costo Anual Total 216.160 $/a

PARTIDA		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe	
N°	DESCRIPCION				Parcial	Total
	Variante nuevo emisario submarino					
1	Excavación	m^3	1720	10,20	17544,00	
2	Relleno zanjas	m^3	717	8,00	5736,00	
3	Piedraplén	m^3	605	60,00	36300,00	
4	Bocas de Registro de hormigón simple	m^3	35	400,00	14000,00	
5	Cámara terminal,hormigón armado	m^3	16	602,00	9632,00	
6	Escaleras de grapas	N°	140	18,00	2520,00	
7	Marco y Tapa H°F° tipo liviano	N°	11	570,00	6270,00	
8	Conducto A.C. C-5 D=0,700m,incluyendo juntas	m	1230	350,00	430500,00	
9	Sobrelevación BR existentes	m^3	45	400,00	18000,00	
10	Desmontaje y reubicación marco y tapa	N°	17	200,00	3400,00	
11	Emisario submarino,incluyendo difusores:					
	a) Costo tubería PRFV D°= 0,500m	m	538	260,00	139880,00	
	b) Costo instalación	m	538	1500,00	807000,00	
12	Bloques de anclaje - 1,20 m^3 c/u	N°	50	480,00	24000,00	
13	Varios,compuertas,balizamiento,etc	Gl			5000,00	
		Subtotal			$	1.519.782,00
		Imprevistos 5 %			$	75989,00
		Total general			$	1595771,00

Son un millón quinientos noventa y cinco mil setecientos setente y un pesos.

ANEXO XII

NOTAS			
4			
3			
2			
1			
Nº	FECHA	MOTIVO DE LAS ACTUALIZACIONES	APROBO

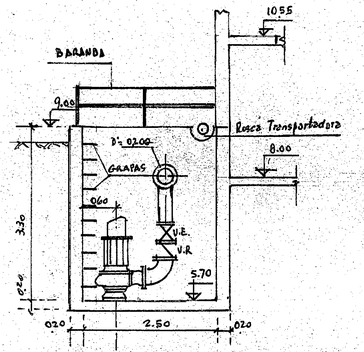
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

USHUAIA - TIERRA DEL FUEGO

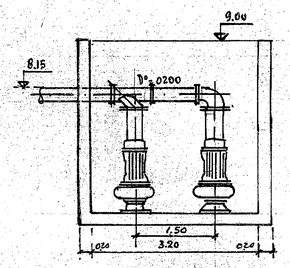
DISPOSICION DE LIQUIDOS CLOACALES
INSTALACION PARA SEPARACION DE SOLIDOS FLOTABLES

TAREA	NOMBRE	FIRMA	TAREA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO			PROYECTO	Ing. Miguel Angel Marzinelli	[signature]
REVISO			APROBO	Ing. Miguel Angel Marzinelli	[signature]

escala 1:50 | FECHA octubre de 1992 | CFI - 01-01

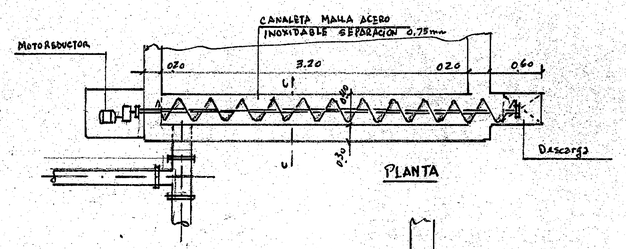


CORTE - FF

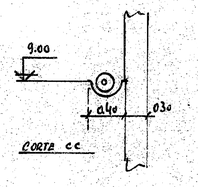


CORTE - EE

DETALLE ROSCA TRANSPORTADORA

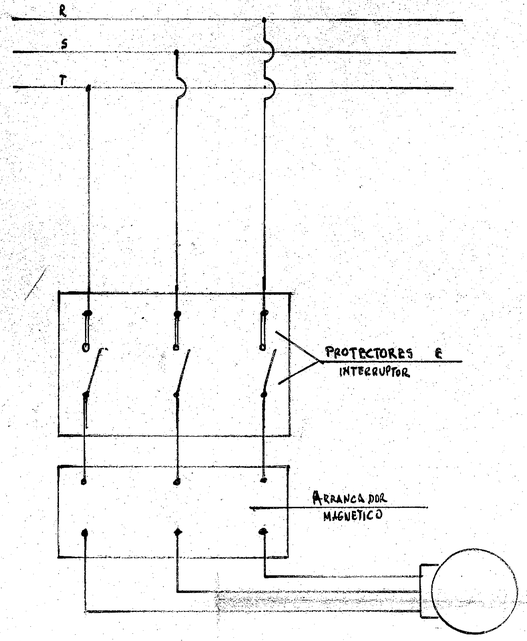


PLANTA

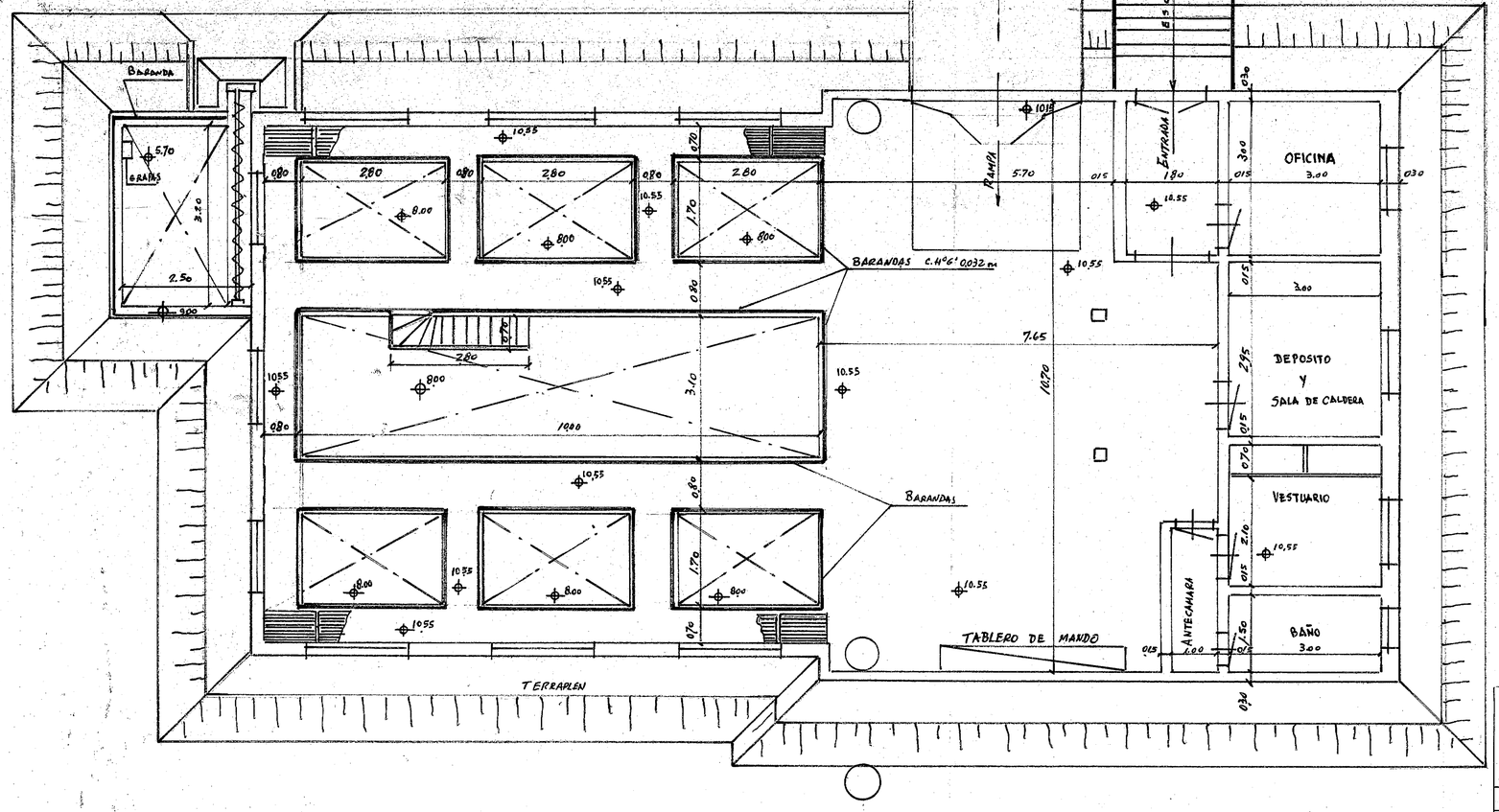


CORTE cc

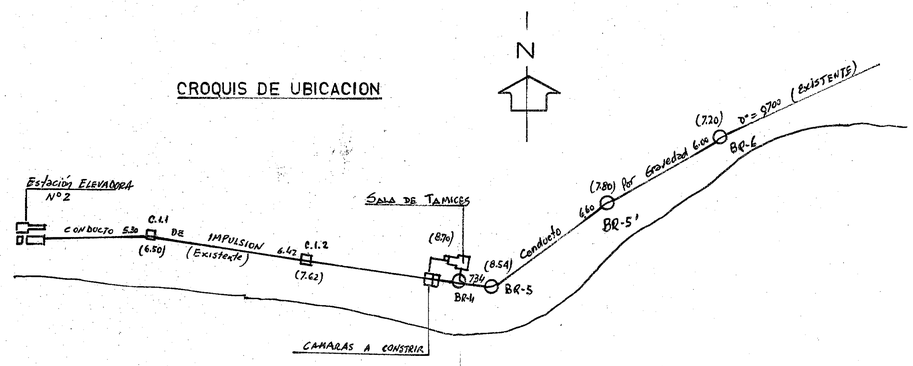
CONEXION TIPICA MOTORES



PLANTA GENERAL



CROQUIS DE UBICACION



NOTAS

Nº	FECHA	MOTIVO DE LAS ACTUALIZACIONES
4		
3		
2		
1		

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

USHUAIA – TIERRA DEL FUEGO

DISPOSICION DE LIQUIDOS CLOACALES
INSTALACION PARA LA SEPARACION DE SOLIDOS FLOTABLES.

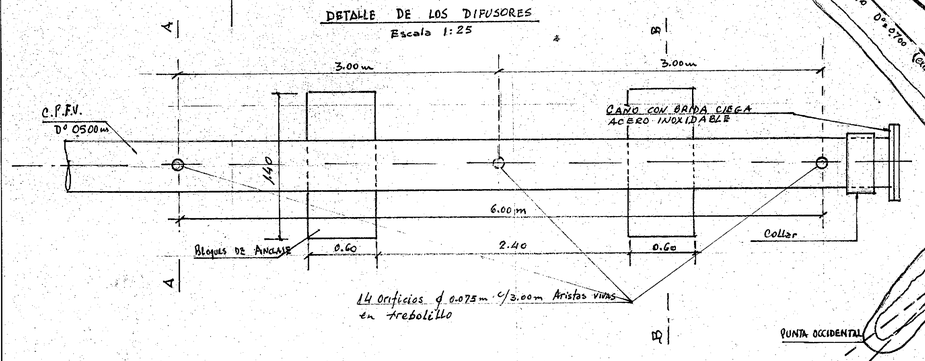
TAREA	NOMBRE	FIRMA	TAREA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO				Ing. MIGUEL ANGEL MARZINELLI	
REVISO				Ing. MIGUEL ANGEL MARZINELLI	

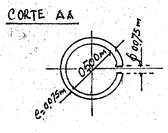
escala — FECHA OCTUBRE DE 1992 — CFI - 01-02

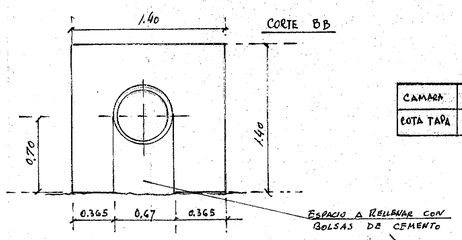
68° 20'

68° 19'

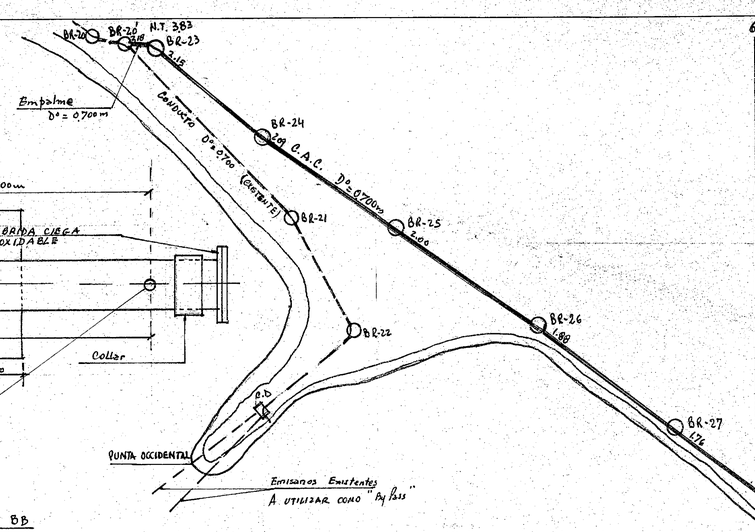
DETALLE DE LOS DIFUSORES
Escala 1:25







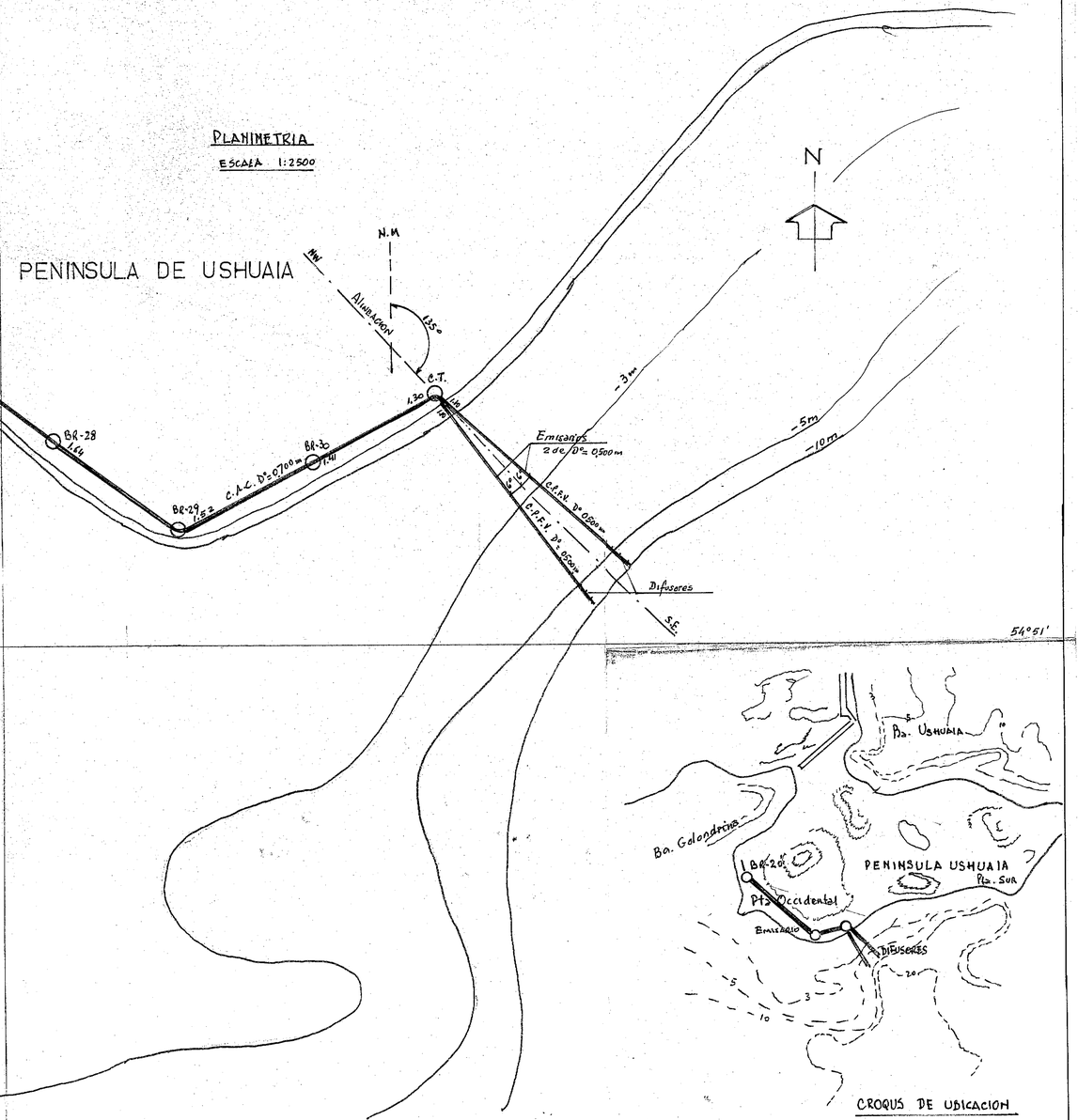
BOCA DE REGISTRO TIPICA



BOCAS DE REGISTRO EXISTENTES A SOBREELVAR

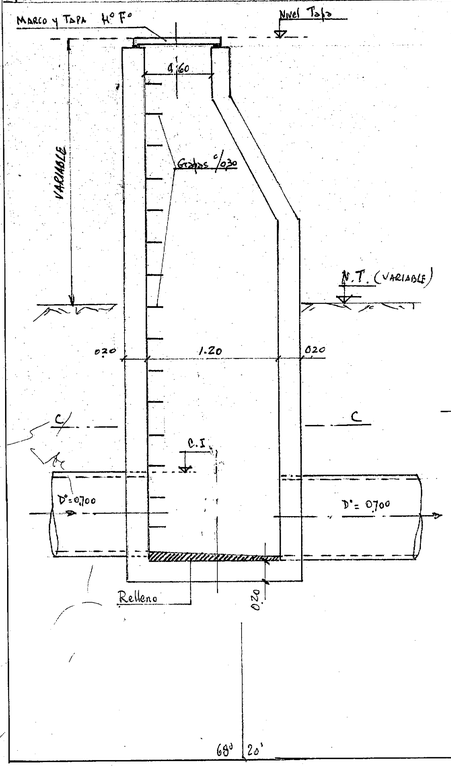
CAMARA	BR-5	BR-5'	BR-6	BR-7	BR-8	BR-9	BR-10	BR-11	BR-12	BR-14	BR-15	BR-16	BR-17	BR-18	BR-19	BR-20	BR-26
COTA TAPA	8.80	8.65	8.50	8.30	8.10	7.90	7.80	7.70	7.55	7.40	7.21	7.00	6.85	6.70	6.50	6.25	6.20

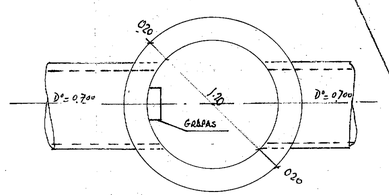
PLANIMETRIA
ESCALA 1:2500



54°51'

51°51'

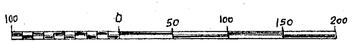




PLANTA CC

Altimetria de Bocas de Registro

CAMARA	COTA TERRENO	COTA INTRADOS	DISTANCIAS P. Acc.	DISTANCIAS Ac.	Cota Resguardo	Cota Tapa	Obs.
BR-20'	3.83	2.18	0	0	5.40	6.20	Existente
BR-23		2.15	30	30	5.37	6.20	
BR-24		2.09	130	160	5.20	6.00	
BR-25		2.00	150	310	5.02	5.80	
BR-26		1.88	160	470	4.83	5.60	
BR-27		1.76	160	630	4.64	5.40	
BR-28		1.64	160	790	4.45	5.20	
BR-29		1.52	150	940	4.27	5.10	
BR-30		1.41	150	1090	4.09	4.90	
C.T.	3.00	1.30	140	1230	3.92	4.70	



ESCALA GRAFICA

CROQUIS DE UBICACION

NOTAS

Nº	FECHA	MOTIVO DE LAS ACTUALIZACIONES	APROBADO
4			
3			
2			
1			

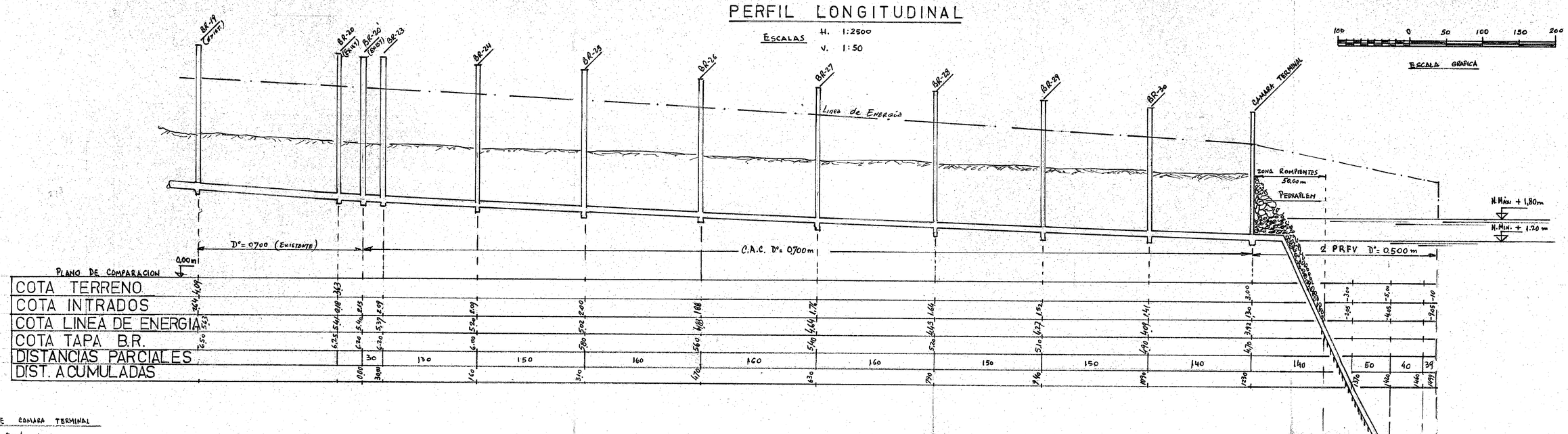
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
USHUAIA - TIERRA DEL FUEGO
DISPOSICION DE LIQUIDOS CLOACALES
VARIANTE EMISARIO SUBMARINO
PLANIMETRIA Y DETALLES

TAREA	HOMBRE	FIRMA	TAREA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO				Ing° MIGUEL ANGEL MARZINELLI	
REVISO				Ing° MIGUEL ANGEL MARZINELLI	

escala 1:2500 | FECHA OCTUBRE DE 1992 | CFI-02-01

PERFIL LONGITUDINAL

ESCALAS H. 1:2500
V. 1:50

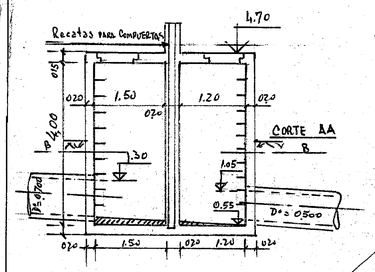


100 0 50 100 150 200

ESCALA GRAFICA

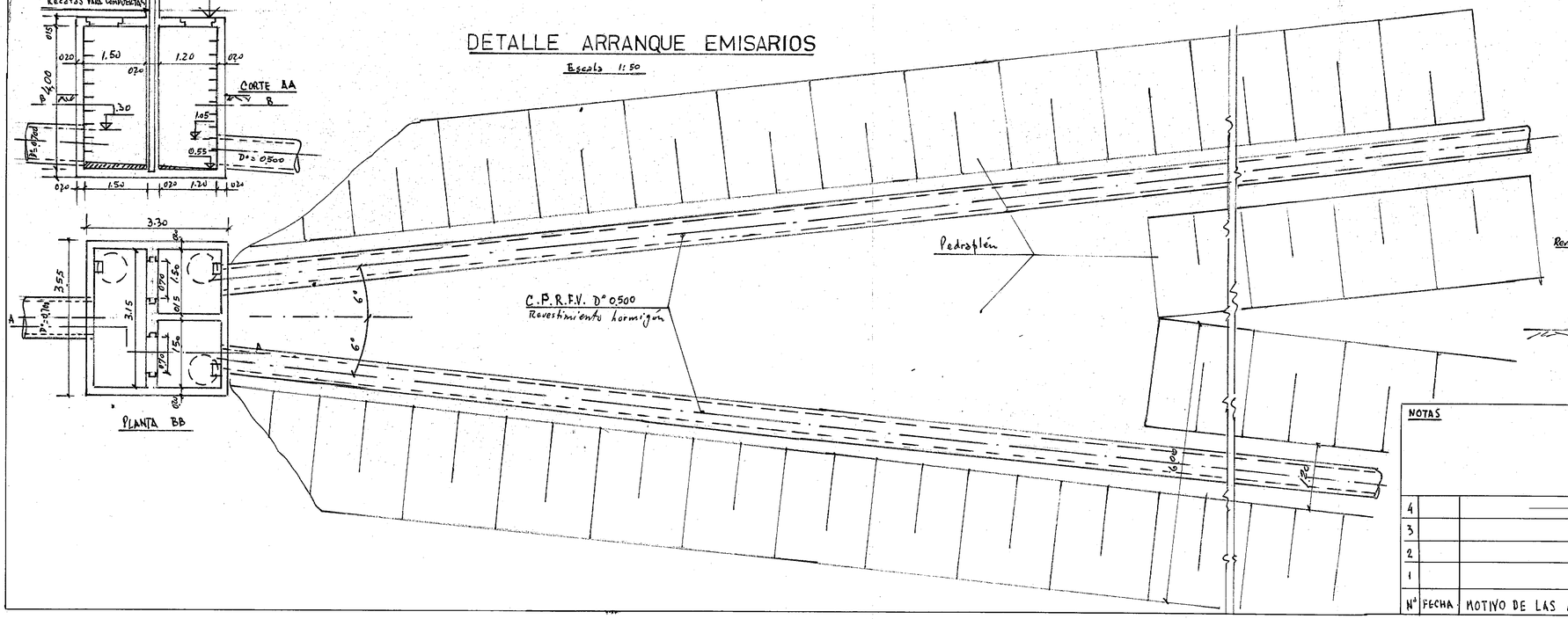
DETALLE CAMARA TERMINAL

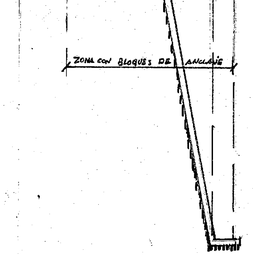
Escala 1:50



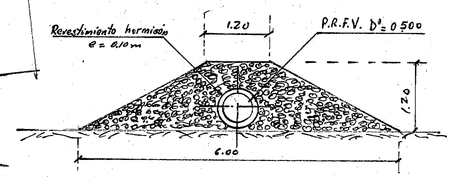
DETALLE ARRANQUE EMISARIOS

Escala 1:50





DETALLE PIDRAPLEN



NOTAS

Nº	FECHA	MOTIVO DE LAS ACTUALIZACIONES
4		
3		
2		
1		

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

USHUAIA – TIERRA DEL FUEGO

DISPOSICION DE LIQUIDOS CLOACALES
VARIANTE EMISARIO SUBMARINO
PERFIL LONGITUDINAL Y DETALLES

TAREA	NOMBRE	FIRMA	TAREA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO				Ing° MIGUEL ANGEL MARZINELLI	
REVISO				Ing° MIGUEL ANGEL MARZINELLI	

APROBADO | escala 1:2500 1:50 | FECHA OCTUBRE DE 1992 | CFI-02-02