

REPUBLICA DE VENEZUELA
MINISTERIO DE LA DEFENSA
FUERZA AEREA VENEZOLANA
COMANDO AEREO LOGISTICO
SERVICIO DE METEOROLOGIA Y COMUNICACIONES



El Desarrollo de las Técnicas de Observación.
Incluída la Vigilancia Meteorológica Mundial.

CURSO DE EXTENSION EN METEOROLOGIA

INSTITUTO UNIVERSITARIO PEDAGOGICO — CARACAS

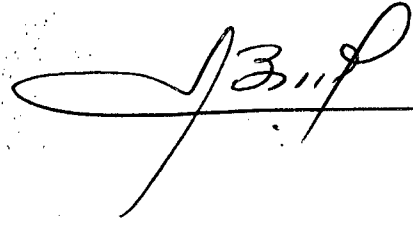
40º ANIVERSARIO DE SU FUNDACION

M
15
ej1

M
15
3/1

EL DESARROLLO DE LAS TECNICAS DE OBSERVACION.
INCLUIDA LA VIGILANCIA METEOROLOGICA MUNDIAL.

Donado U.C.V. Dpto Hidrometeo
ING^o ARTUR. L. BARRERA. G



PRESENTADO POR:

TENIENTE (AVIACION) JOVITO JOSE INFANTE
LICENCIADO EN CIENCIAS METEOROLOGICAS

Maracay, 04 de Octubre de 1976.-

EL DESARROLLO DE LAS TECNICAS DE OBSERVACION.
INCLUIDA LA VIGILANCIA METEOROLOGICA MUNDIAL.

INDICE:

INTRODUCCION.

CAPITULO I.-

EVOLUCION HISTORICA DE LAS TECNICAS DE OBSERVACION.

CAPITULO II .-

LA VIGILANCIA METEOROLOGICA MUNDIAL .-

CAPITULO III .-

LOS SATELITES METEOROLOGICOS.

CAPITULO IV.-

ESTACIONES METEOROLOGICAS AUTOMATICAS.

BOYAS DE DATOS AMBIENTALES.

CONCLUSIONES:

BIBLIOGRAFIA.-

INTRODUCCION

La observación meteorológica constituye la labor básica y fundamental de la ciencia meteorológica. Solamente a base de records continuos - de observaciones, el científico puede investigar el mecanismo tan complejo de la atmósfera y elaborar leyes físicas empíricas que rigen a los fenómenos atmosféricos.

Las observaciones meteorológicas consisten en la medición o determinación valiéndose de la vista y de instrumental adecuado de casi todos los elementos que en su conjunto representan las condiciones meteorológicas en un momento dado y para un determinado lugar. Estas observaciones, realizadas en forma sistemática, uniforme, ininterrumpida y a horas establecidas, permiten reconocer las características y variaciones de los elementos atmosféricos, los cuales constituyen los datos básicos para la confección de mapas sinópticos, para la elaboración de pronósticos, para el conocimiento del clima, etc.

Los resultados de las investigaciones climatológicas sirven a la agricultura, a la ganadería, la industria forestal, la industria hidroeléctrica, a las comunicaciones, a la técnica, a la medicina, etc..... la veracidad y exactitud de las observaciones es imprescindible ya que de no ser así, se lesionan no sólo la actividad meteorológica, sino también todas las actividades humanas que de ella se sirven. Las observaciones meteorológicas abarcan los fenómenos acaecidos dentro de la atmósfera terrestre, no fuera de ella que ya es competencia en otras ciencias. /Hoy en día las múltiples y apremiantes aplicaciones del estudio de la atmósfera a importantes actividades comerciales, industriales y humanas - convierten a la meteorología en una ciencia extensamente difundida que día a día exige el perfeccionamiento, no sólo, de los medios para realizar las observaciones donde ya se usan cohetes, boyas y satélites, sino de sofisticar cada vez más la red Mundial de Telecomunicaciones Meteorológicas para un rápido y eficaz uso de la observación Meteorológica. #

CAPITULO I

EVOLUCION HISTORICA DE LAS TECNICAS
DE OBSERVACION .-

EVOLUCION HISTORICA DE LAS TECNICAS DE OBSERVACION .--

La Historia del desarrollo de las técnicas de observación coinciden con la historia de la O.M.I. y la O.M.M. (Organización Meteorológica Internacional y Organización Meteorológica Mundial) y el desarrollo de la Red Mundial de Estaciones, así como las de Telecomunicaciones Meteorológicas Globales.

Desde los tiempos más remotos, los hombres tanto científicos como emprendedores han estado queriendo acumular datos empíricos producto de sus observaciones cualitativas con el propósito de identificar los signos que preceden a los cambios meteorológicos y deducir sus probables consecuencias. Así desde el hombre de mar hasta el alpinista pasando por el agricultor, el ganadero, etc. basándose en sus conocimientos empíricos de los signos del tiempo y en sus observaciones de nubes y vientos a través de largos períodos de tiempo realizan sus propias predicciones a lo largo de su labor cotidiana y resultan muchas veces fidedignas. Por lo tanto, la primera etapa de la meteorología consiste esencialmente en un ejercicio cualitativo, basado en la observación de las nubes y otros elementos meteorológicos dentro de la zona limitada por el horizonte visual. Así mismo, es cierto que, desde el siglo XVI, el invento del barómetro y del termómetro hizo posible añadir a estos conocimientos una cierta cantidad de datos cuantitativos pero estos, resultaban difícil de interpretar dado su origen puramente local.

Como se nota entonces, la creación de instrumentos viene a reemplazar la observación cualitativa por la cuantitativa y es así, como se puede decir que la invención del barómetro y del termómetro marcan el comienzo del estudio real de la física de la atmósfera, permitiéndose formarse un claro concepto de su estructura en el tiempo y en el espacio.

La física está controlada por instrumentos, siendo las condiciones esenciales de progreso, los nuevos métodos de medición. En meteorología las cosas son diferentes, los instrumentos y las mediciones son necesarias para poder realizar observaciones mediante las cuales se deducen las leyes que rigen esta ciencia, pero que no son suficientes por sí mismas.

El primer instrumentos basado en las propiedades de una sustancia reactiva fue probablemente el construido por el Cardenal de Cusa en el siglo XV, quién

...//...

determinó la humedad pesando ovillos de lana bajo diferentes condiciones atmosféricas.

Por el año 1.500 Leonardo de Vinci, construyó un modelo perfeccionado de vela (para indicar dirección del viento) y un indicador mecánico para medir la humedad. En 1.597 Galileo, ideó un termoscopio que más tarde fué convertido en un instrumento de medida al agregarsele una escala arbitraria.

En 1.643 Evangelista Torriceli, construyó el primer barómetro mercurial e instruyó que con el se podría "medir las variaciones del aire, una veces más pesado y otras más ligero y fino". Pascal confirmó que servía para medir variaciones del aire al suponer y confirmar que la presión atmosférica disminuye con la altura, al hacer sus famosas observaciones barométricas sobre el Puy-de-Domé de Francia.

Entre 1.650 y 1.850 se introdujeron en rápida sucesión mejoras en el instrumental meteorológico, basta recordar someramente las siguientes etapas: 1.650 el higrómetro de condensación ideado por Fernando II de Toscana; 1.600 aproximadamente, el termómetro Florentino; 1.639 pluviómetro de Castelli; 1.664 el meteorógrafo de Wren; 1.665 la introducción del punto de congelación y del punto de ebullición del agua como puntos de referencia para la escala termométrica por Huyghens, las escalas termométricas Fahrenheit 1.710. 1.731, la del Francés Reaumur, fusión hielo 0°R, ebullición del agua 80°R (cayó en desuso), la centígrada de Celsius 1.742 que en un principio tenía el cero (0°C) en el punto de ebullición y el cien (100°C) en el punto de congelación; 1783 el higrómetro de Cabellos inventado por De Saussure que aún hoy con posteriores mejoras todavía se usa en las estaciones meteorológicas; 1.790 el anemómetro de Noltmann; 1.804 la escala Beaufort de los vientos; 1.825 el Psicrómetro y la definición de la constante por Poyillet y 1.847 el barómetro aneroide de Vidie.

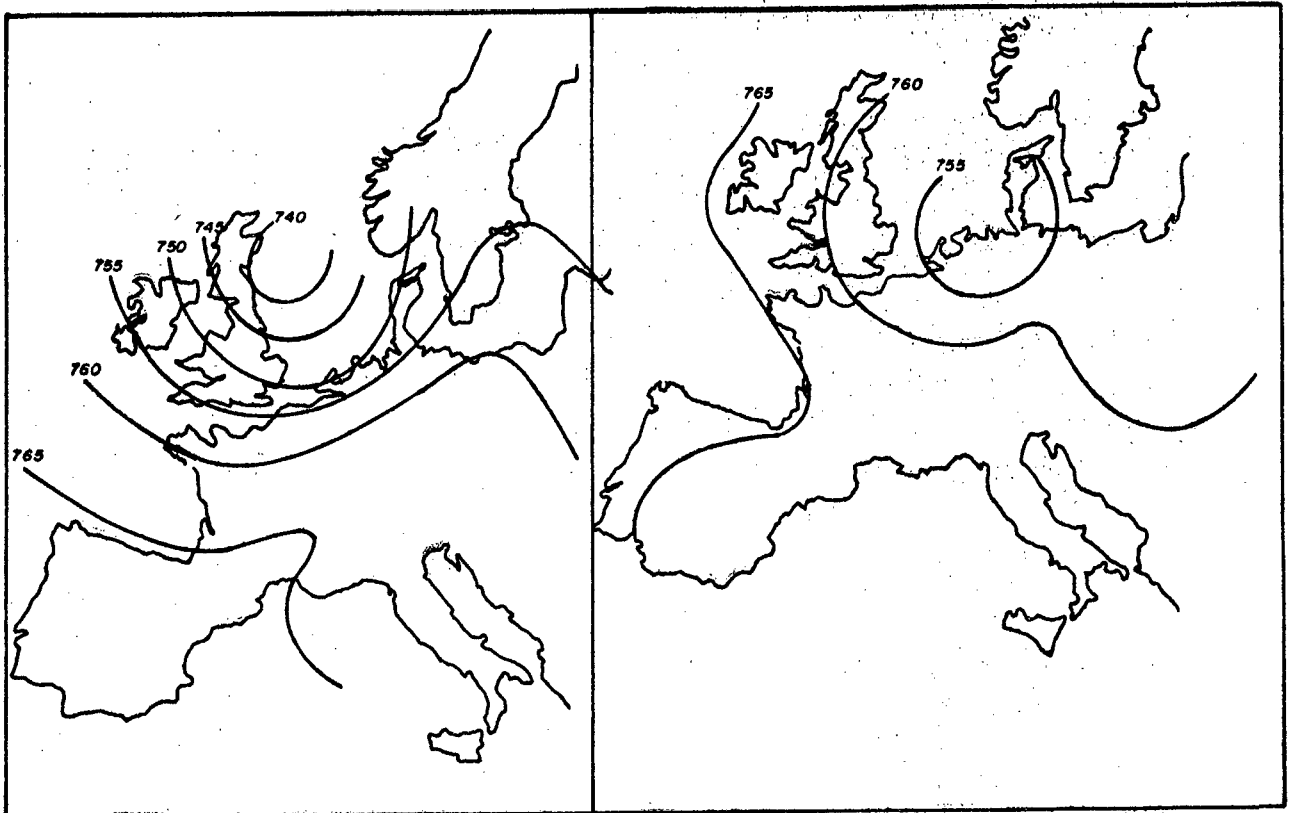
De igual manera el desarrollo de los instrumentos permitió que otra generación de científicos estableciese ciertas leyes físicas fundamentales sin las cuales no se hubiera podido conseguir muchos progresos en la comprensión de los fenómenos meteorológicos. Citando algunos ejemplos: en 1.624 Francisco Bacon de Verulam, descubrió la ley de la rotación de los vientos con el sol (todo desplazamiento de aire en un plano horizontal tiene su origen en la diferencia de condiciones térmicas relativa a dos (2) puntos en la superficie terrestre y análogamente un ascenso de aire está provocado por un proceso de calentamiento en su

base); Robert Boyle, anunció en 1.659 su famosa ley sobre la relación existente entre el volumen y la presión, primer paso para el estudio de la dinámica de la atmósfera, Hadley en 1.735 explicó la relación existente entre los Alisios y la rotación de la tierra, Franklin en 1.752 dedicó gran parte de sus trabajos a la electricidad atmosférica, Lavoiger en 1.783 y Dalton en 1.800 establecieron los fundamentos físicos de la meteorología como ciencia, gracias a sus descubrimientos sobre el carácter, condición y composición del aire y por supuesto usando ya observaciones fidedignas de la atmósfera. Como no existía la posibilidad de transmitir estas observaciones e informaciones a distancia alguna, como ya comentamos, la primera generación meteorológica estaba virtualmente circunscrita al horizonte y a predicciones de unas pocas horas como máximo, aún así se confeccionaron los primeros mapas meteorológicos con datos e informaciones reunidas mucho después de las observaciones. Por los años 1.820/21 H.W. Brandes, en Leipzig celebró el primer mapa meteorológico con observaciones de unas 39 estaciones creadas por la "Societa Meteorológica Palatina" (Sociedad Meteorológica de Mannheim) dicha "Societa" desapareció al cabo de quince años de observaciones, (1.780-1795), también preparó mapas de las tormentas en Europa. Casi en las mismas fechas W.E. Redfield de Nueva York, confeccionaba la primera serie de mapas sobre huracanes mostrando su movimiento rotativo y progresivo.

Durante la segunda mitad del siglo XIX llegó la primera revolución en la meteorología, y ello no fué debido a mejora alguna en los medios de observación, sino al invento del telégrafo eléctrico (1.843) por Samuel Morse y a sus efectos en la velocidad de las comunicaciones, ésto revolucionó las posibilidades de la predicción meteorológica. Los primeros mapas del tiempo fundados en datos transmitidos por telégrafo provenientes de las observaciones en tiempo real se mostraron al público en Washington D.C. en 1.850 y en Francia en 1855. La rapidez que el telégrafo imprimió a las comunicaciones despertó el interés por las predicciones, signo evidente de las necesidades de aquella época y se comenzó a crear la red de estaciones en muchos países.

En Francia el eminente astrónomo Le Verrier presentó a Napoleón III Emperador de Francia "Un proyecto para la creación de una vasta red meteorológica con el objeto de proporcionar a los marinos avisos sobre la aproximación de los temporales". Se aprobó este proyecto y Le Verrier no tardó en presentarse ante la Academia de Ciencias con los primeros mapas meteorológicos de Francia, trazados con

datos recopilados a través del servicio de telégrafos. El 1° de Enero de 1.858 empezó a editarse diariamente el Boletín Meteorológico del Observatorio de París en el que figuraba la presión barométrica hasta la décima de milibar de treinta (30) estaciones francesas y otras europeas, enlazadas con París mediante una línea telegráfica. Progresivamente a partir de 1.863, el Boletín comenzó a incluir un mapa en el que aparecían la presión atmosférica y los vientos en superficie sobre toda Europa. (Fig. 1) y también se telegrafiaban a los puertos de mar avisos anticipados de los temporales que se habían podido predecir.

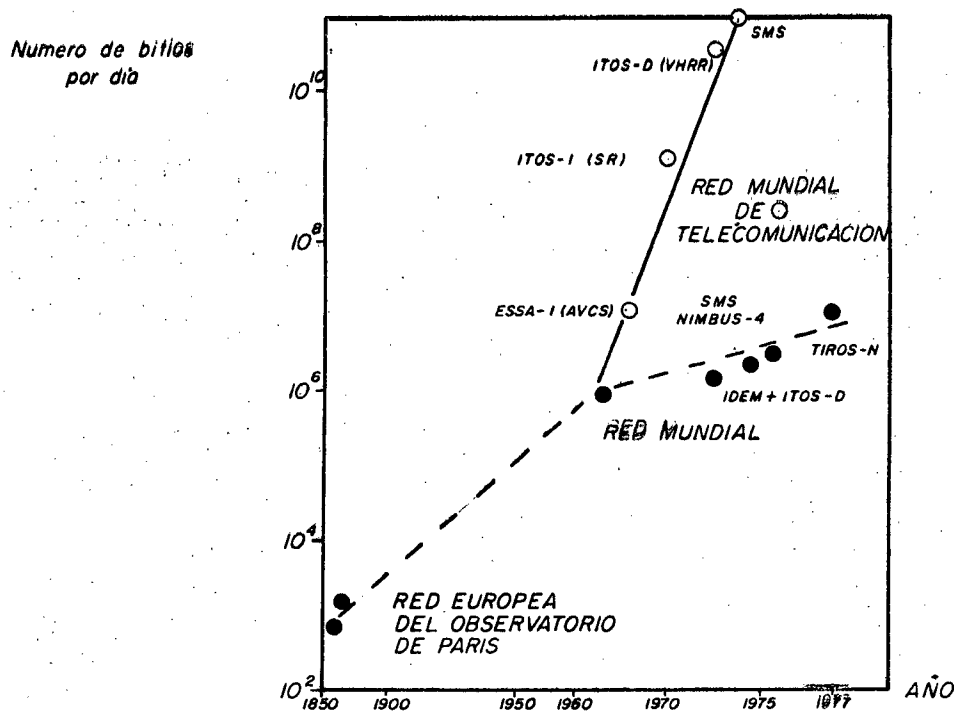


CARTAS BAROMETRICAS día 10 de Septiembre de 1863 Figura 1.

Siguiendo el camino iniciado por Le Verrier los progresos fueron muy rápidos, gracias a que en todas partes se reconoció que cooperación internacional era de una utilidad primordial. Pronto fué institucionalizado el interés común al crearse en 1.783 la Organización Meteorológica Internacional y a ello siguió un ininterrumpido progreso de la observación meteorológica de nuestro planeta. Esto se muestra en el gráfico siguiente (Fig. 2).

Este progreso siempre estuvo señalado por la O.M.I. al emitir conceptos que regirían el desarrollo de las actividades meteorológicas y han conservado validez hasta nuestros días. Algunos de los conceptos son: Que los directores de los servicios meteorológicos controlen las actividades de la Organización y en la medida de lo posible que las actividades realizadas por la Organización y los gobiernos sea de carácter voluntario; que la labor a realizarse sea limitada a lo científico y técnico sin diversificarse en iniciativas de orden político que incumben a otras entidades.-

...//...



El éxito de la idea primitiva de Le Verrier se refleja en la Organización de una red mundial de telecomunicaciones y el lanzamiento de cohetes y satélites, llegando a conseguirse de esta manera una descripción y cuantitativa del estado de la atmósfera.

En relación con la evolución de la observación en la altura, está más circunscrito a tiempos menos remotos, sin embargo, las maneras de tener algún dato de la atmósfera libre variaba desde subirse a alguna montaña y hacer en sucesivas posiciones las mediciones hasta colocar los instrumentos en cometas, elevarlos y luego recobrar los instrumentos para tener los datos.

Por el año 1.803, Charles había realizado en Paris la primera ascensión en un globo aerostático, luego Bleisher entre 1.862 y 1.866 también hizo varias ascensiones con instrumentos científicos. En 1.890 se instalaron diversos observatorios de montaña para obtener observaciones de altura ya de una manera más continua, al mismo tiempo se lanzaron globos y cometas dotados de instrumentos registradores, en número cada vez mayor para explorar y obtener observaciones de la atmósfera superior.

A principios del siglo XX se comenzó a usar los globos Pilotos, se tiene una referencia del Instituto de Estudios Catalán en unas investigaciones del Dr. Font seré iniciadas en 1.911 y proseguidas durante más de 25 años para el estudio de los vientos de convección de la costa catalana, pero ya antes había comenzado la

evolución de estas mediciones con la aparición del avión que realizaron los primeros sondeos en la altura. En las décadas de 1.920 y 1.930 avanzaron considerablemente estas técnicas e instrumentos de sondeos y el perfeccionamiento más importante fué la aparición del radio-sonda, (creado en Francia por Bureau e Idroc, y en la U.R.S.S. por Moltchanoff), las versiones mejoradas de este instrumento transportado por un globo y dotado de un termómetro, un higrómetro y un barómetro, con un peso de uno o dos kilos, permiten transmitir por radio a una estación receptora terrestre los datos atmosféricos (temperatura, humedad, presión). Este instrumento que también permite obtener datos de viento en altitud sigue siendo uno de los más útiles para los meteorológicos. La aparición del transitor hizo progresar notablemente al radio-sonda y otros instrumentos usados en meteorología. La creación del radar (radio detector y telémetro) durante la segunda guerra mundial dotó a los meteorólogos de otro medio maravilloso para medir los vientos y localizar las tormentas y zonas de precipitación.

Se realizaron también muchos adelantos en todo tipo de telecomunicaciones incluídas las utilizadas en estaciones automáticas, cohetes meteorológicos y globos de nivel constante de gran duración. Estos últimos incrementan la densidad y el alcance de la red mundial de observación meteorológica.

Todo complementado con Centros de Computadoras Electrónicas ultra-rápidas, han permitido obtener observaciones simultáneas de la atmósfera libre, las que contribuyen mucho a ampliar nuestros conocimientos de los procesos atmosféricos y a perfeccionar la predicción del tiempo.

Según el escritor, estadista y Doctor John Strackey: "... la meteorología llegará a ser una de las ciencias esenciales del mundo y todos los meteorólogos - pasarán a desempeñar una función de una importancia sin precedente en las actividades humanas".-

CAPITULO II

LA VIGILANCIA METEOROLOGICA MUNDIAL .-

LA VIGILANCIA METEOROLOGICA MUNDIAL

En la década de los 60 ya había plena conciencia en la opinión Internacional a nivel no sólo científico, sino gubernamental de la gran utilidad que la meteorología tiene para la humanidad, decía el Presidente KENNEDY, a la Asamblea General de las Naciones Unidas, en Septiembre de 1961, " Con modernas computadoras, cohetes y satélites ha llegado el momento para llevar a cabo un esfuerzo común concertado ... Las ciencias atmosféricas requieren observaciones de todo el globo y exigen por tanto la cooperación Internacional. Se propondrá; la realización de nuevos planes conjuntos por parte de todas las naciones en materia de predicción meteorológica y eventualmente de control de tiempo y la creación de un sistema mundial de comunicaciones que una a todas las regiones de nuestro planeta".

Las Naciones Unidas concretaron ese mismo año por unanimidad la resolución 1721 C (XVI) (Cooperación Internacional para la utilización pacífica del espacio Vetraterrestre). En ella destacó a la Organización Meteorológica Mundial, recomendándole que lleváse a cabo un estudio general de las medidas destinadas a :

- a) Hacer progresar la ciencia atmosférica y su tecnología, con objeto de obtener mayores conocimientos de las fuerzas físicas fundamentales que afectan el clima y la posibilidad de modificar el tiempo a gran escala ;
- b) Desarrollar las posibilidades actuales de predicción y ayudar a los estados miembros a hacer una aplicación eficaz de dichas posibilidades a través de Centros Meteorológicos Regionales.

La O.M.M. se dedicó por entero a la misión asignada. Esta inmensa labor conjunta, facilitada en gran medida por el espíritu de cooperación que garantiza las relaciones meteorológicas internacionales, dió como resultado la formulación del plan de la Vigilancia Meteorológica Mundial, que fué aprobado por el Quinto Congreso de la O.M.M. en Abril de 1967, había nacido la V.M.M., el más grande esfuerzo Técnico-Científico de cooperación Internacional emprendido hasta ahora.

.../...

¿ Qué es la Vigilancia Meteorológica Mundial?

La V.M.M. es el programa meteorológico mundial básico, constituye un sistema mundial compuesto de instalaciones y servicios nacionales - ofrecidos por cada uno de los miembros de la O.M.M. Estas actividades relacionadas con la V.M.M. hacen que la O.M.M. participe en una enorme labor de planificación y coordinación que es de la mayor importancia. La ejecución - práctica de la V.M.M. incumbe a los Servicios Meteorológicos Nacionales. El principal objeto de la V.M.M. es conseguir que todos los miembros (que son 145 y constituyen virtualmente una Organización Universal) obtengan la información meteorológica que necesitan, tanto para fines prácticos como de investigación).

La Vigilancia Meteorológica Mundial es un sistema dinámico dotado - de suficiente flexibilidad para que pueda hacer frente a los cambios de circunstancias y aprovechar los progresos técnicos y teóricos. Con este fin la V.M.M. se actualiza cada cuatro (4) años mediante los Congresos de la O.M.M. que en este intervalo se realizan. En 1967, el Quinto Congreso aprobó el primer plan de la V.M.M. para el período 1968-1971. En Abril de 1975, el séptimo aprobó el plan para el período 1976-1979.

Antes de describir la organización de este gigantesco sistema y su funcionamiento debemos poner de manifiesto un hecho importantísimo y muy alentador que ciertamente constituye una característica sin precedente dentro de las actividades internacionales, en ninguna otra empresa humana especialmente en las de carácter científico y técnico se ha conseguido un éxito tan extraordinario, mediante la cooperación Internacional, como el que constituye la instauración de la V.M.M.

¿ Cómo funciona la Vigilancia Meteorológica Mundial?

Un sistema meteorológico mundial requiere, reunir información de las condiciones atmosféricas de toda la tierra (es decir, del tiempo y de otros fenómenos geofísicos), elaborar esta información (mayormente por computadoras), deducir las condiciones presentes y su posible evolución en un futuro inmediato y disponer de un sistema de telecomunicación, tanto para

.../...

la concentración de las observaciones básicas como para la distribución a los usuarios de la información elaborada. Los tres componentes principales de la V.M.M. son por consiguiente:

- El Sistema Mundial de Observación (S.M.O.)
- El Sistema Mundial de Preparación de Datos (S.M.P.D.)
- El Sistema Mundial de Telecomunicaciones (S.M.T.)

Existe además un programa de investigación relacionado con estos sistemas y una intensa labor de enseñanza y formación profesional que permite disponer del personal científico y técnico que requiere el funcionamiento del programa, especialmente en los países en vías de desarrollo.

SISTEMA MUNDIAL DE OBSERVACION

En esencia, es un dispositivo para efectuar miles de observaciones meteorológicas en todo el mundo, dichas observaciones se reúnen mediante el Sistema Mundial de Telecomunicaciones y son elaboradas por computadoras en los Centros Meteorológicos ó archivadas para ser utilizadas. Mediante el S.M.T. se intercambian, con carácter mundial, tanto las observaciones como la información elaborada.

Cuando la V.M.M. inició las actividades en 1968 entraban al sistema cada 24 Horas, unas 100.000 Observaciones meteorológicas de las condiciones existentes en la superficie de la tierra y unas 11.000 de la atmósfera superior. Este flujo de datos hacia los Centros Meteorológicos procedía de 8000 estaciones terrestres distribuidas en todos los países de la tierra, 3.000 Aviones Comerciales y de reconocimiento y 4.000 Buques Mercantes.

A finales de 1972, el número de estaciones de observación de superficie ascendió a 8.500 y los buques a 5.500. A principios de 1975 había más de 9.000 estaciones de superficie y 7.000 buques mercantes que facilitaban datos.

En las estaciones terrestres y marítimas las observaciones se efectúan a horas fijas normalizadas en todo el mundo. Todos los elementos meteorológicos observados, así como los métodos y procedimientos que se usan -

están de acuerdo con las normas internacionales fijadas para tal fin, que se refieren por ejemplo a la presión, temperatura, humedad, precipitación, visibilidad, etc. Existen otras fuentes de observación que facilitan datos a horas que no siempre son fijas como por ejemplo los equipos de radar, las estaciones radiométricas, los aviones y los satélites.

Para poder avanzar los objetivos de la V.M.M. ha sido preciso dedicar un gran esfuerzo para eliminar las deficiencias de la red mundial de observaciones. Lógicamente las lagunas más grandes están en las zonas oceánicas especialmente en el hemisferio Sur, ya que normalmente no están cubiertas por ningún buque mercante de los 7.000 antes mencionados. Se han hecho algunos progresos para eliminar estas deficiencias, mediante el uso de estaciones meteorológicas automáticas situadas en zonas de difícil acceso ó en pequeñas islas o anecifes, también existen estaciones marítimas fijas de las cuales las más conocidas son las cuatro pertenecientes al Programa de Estaciones Oceánicas del Atlántico Norte (NAOS) (NORTH ATLANTIC - OBSERVATION STATIONS), la cual constituye una empresa dirigida por la OMM. en la que participan varios países.

También existen buques de investigación y otros destinados, a fines especiales que envían sus datos a la V.M.M. Por otra parte, se recomienda insistentemente que hagan observaciones los buques que navegan en zonas donde los datos son escasos. Un acontecimiento bastante reciente lo ha constituido el esfuerzo para obtener datos de boyas y a la deriva, equipadas con estaciones marítimas automáticas. Los aviones cuyas rutas cruzan los Océanos y las regiones deshabitadas constituyen una fuente valiosa de datos en altura, así como las estaciones de radar situadas en las zonas tropicales, no obstante, el más importante de los medios de observación y de concentración de datos, especialmente en las regiones de difícil acceso, es el satélite meteorológico. Como antes hemos dicho, ha revolucionado la meteorología y ha ampliado de manera casi inimaginable las posibilidades de ayudar a toda la humanidad.

SISTEMA MUNDIAL DE PREPARACION DE DATOS:

.../...

Los Centros Meteorológicos Mundiales (C.M.M.), Centros Meteorológicos Regionales (G/M.R.) y Centros Meteorológicos Nacionales (C.M.N.) elaboran ingentes cantidades de datos que reciben a través del Sistema Mundial de Telecomunicaciones.

Los C.M.M., están situados en Melbourne, Moscú y Washington D. C. Cada uno de ellos está equipado con una computadora gigante. En Washington, además está funcionando dos (2) computadoras de la cuarta generación que elaboran los datos que se reciben a horas fijas y preparan también los que llegan continuamente de los satélites de observación. Mediante estas enormes computadoras los Centros Mundiales pueden conocer la situación actual del tiempo y la futura situación prevista en lugares tan distantes entre sí como Mombasa, Thaití, Caracas, Tokio, Berlín y en realidad cualquier otro punto de la tierra, en unas pocas horas como máximo.

Los C.M.M. elaboran predicciones hemisféricas dos veces al día. Washington hace una predicción de dos (2) días de validez y otra de cuatro (4) días. Se aplica dos (2) veces al día un modelo del tiempo mundial que hará en las próximas 24 horas.

Los C.M.M. distribuyen sus análisis y predicciones mundiales en forma gráfica (Mapas Meteorológicos) y numérica (de una computadora a otra) a los otros Centros.

Existen veintitres (23) Centros Meteorológicos Regionales, Argel, Bracknell, Brasilia, Buenos Aires, El Cairo, Dabar, Darwin, Khabarosk, - Melbourne, Miami, Montreal, Moscú, Nairobi, Nueva Delhi, Novosibirsk, Offenback, Pretoria, Roma, Estocolmo, Tashkent, Tokio, Tínez/Casablanca y - Welhington.

Estos Centros preparan análisis y predicciones unas detalladas para sus regiones y los distribuyen a todos los Centros Meteorológicos Nacionales interesados.

Difunden avisos de condiciones meteorológicas peligrosas de la escala que interesa a sus regiones, como por ejemplo: los huracanes y los tifones. Otra función importante que ejerce es facilitar servicios de pre-

dicción marítima y aeronáutica a los países de su región. Muchos C.M.R. han venido ofreciendo excelentes oportunidades de formación al personal en lo que respecta a las técnicas tanto manuales como automáticas.

Más de cien (100) Centros Meteorológicos Nacionales cooperan y envían datos a la V.M.M., la función de estos Centros, que es de exclusiva incumbencia de los Estados miembros, es satisfacer las necesidades nacionales en cuanto a información elaborada se refiere. Desde luego tienen acceso a cualquier información que requieran de los C.M.M.- C.M.R. La categoría de los C.M.N. varía de un país a otro, de acuerdo a sus necesidades y grado de desarrollo. Los programas de cooperación técnica de la O.M.M. y en particular el programa de asistencia voluntaria, constituyen una importante ayuda para que los C.M.N. dispongan de personal y de equipos adecuados, de este modo, no sólo pueden participar plenamente en la V.M.M., sino que pueden también obtener los beneficios posibles de ella para hacer progresar su desarrollo económico y social.

SISTEMA MUNDIAL DE TELECOMUNICACIONES:

Este es el dispositivo que se encarga de transmitir la enorme cantidad de datos meteorológicos que llegan a la V.M.M. y de distribuir la información elaborada a los C.M.M., C.M.R. ó C.M.N. En él se utilizan todos los tipos de telecomunicaciones tales como: Telegráfo, Teléfono, Radio, cables y Líneas Terrestres, y está organizado a tres niveles: El Circuito principal de Enlace (C.P.E.) que conecta Melbourne, Moscú y Washington, y tiene cuatro ramificaciones siendo la más reciente la que termina en Pekin. Este enlace de gran capacidad que rodea la tierra y sus ramificaciones, conecta a diez (10) Centros Regionales de Telecomunicaciones (C.R.T.). Por consiguiente el Circuito Principal de Enlace une entre sí a todas las regiones de la Organización Meteorológica Mundial. A principios de este año (1976) la capacidad de algunos segmentos de este circuito es ya de 2.400 - bits por segundo, es decir, de unas 3.600 palabras por minuto (para efectos de comparación diremos que un buen mecanógrafo puede llegar a 60 palabras por minuto). Esta velocidad permite transmitir enormes volúmenes de

.../...

datos. Durante el trienio 1976-1979, el Circuito Principal de Enlace aumentará su velocidad de transmisión en ciertos circuitos a la asombrosa cifra de 4.800 bitios por segundo.

Los Centros Regionales de Telecomunicaciones transmiten y reciben datos de las zonas que tienen bajo sus responsabilidades y por las ramificaciones del Circuito Principal de Enlace. La Red consiste en más de 200 circuitos punto a punto. En algunos casos la velocidad de transmisión llega a 2.400 bitios por segundo. Los C.R.T. también distribuyen datos e informaciones elaboradas a la tercera categoría de Centros (los Centros Nacionales de Telecomunicaciones que forman parte de los Centros Meteorológicos Nacionales), permitiendo así que todos los Miembros de la O.M.M. reciban los datos que necesitan. Las redes Nacionales de Telecomunicaciones constituyen los medios que se utilizan para la concentración de datos locales y su ulterior distribución.

El Sistema Mundial de Telecomunicaciones desempeñó una parte importante en la satisfactoria ejecución del famoso Experimento Tropical del GARP (Programa de Investigación Global de la Atmósfera) en el Atlántico (GATE). De igual transcendencia será su participación en el Primer Experimento Mundial del GARP (FGGE), en esta fecha 1977 estarán en funcionamiento algunas de las mejoras previstas en el S.M.T., mayor utilización de las técnicas de transmisión de información de una computadora a otra, intercambio de datos a gran velocidad e introducción de las técnicas de Facsimil numérico cifrado en el circuito principal de enlace. Mediante estas técnicas se podrá incrementar el intercambio mundial de datos de Satélites y de la importante información que las computadoras de gran velocidad elaboran.

El S.M.T. constituye el medio destinado a reunir los datos meteorológicos procedentes de los buques, incluyendo a los buques meteorológicos fijos, las boyas y otras bases oceánicas de observación, y a distribuir la información elaborada a los usuarios. La concentración de información, procedente de los aviones está también integrada al S.M.T. La distribución de la información se lleva a cabo, por regla general, a través de Centros Regionales especiales conectados con los Centros Regionales de Telecomuni-

.../...

cación.

En todas estas actividades se mantiene la más estrecha cooperación, entre la Organización Meteorológica Mundial y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (U.I.T.), así como con la Organización Internacional de Aviación (O.A.C.I.) y con la Organización Consultiva Marítima Intergubernamental (O.C.M.I.). De todos modos lo más importante es el espíritu de cooperación que se manifiesta en todos los miembros de la O.M.M. sin lo cual todos estos sistemas no serían posibles.

CAPITULO III

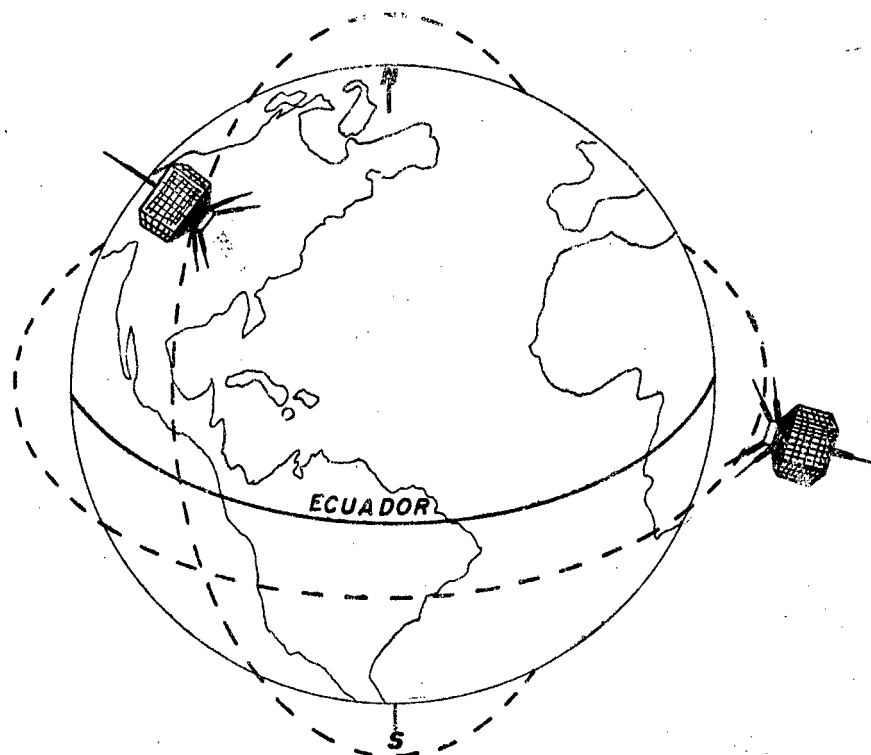
SATELITES METEOROLOGICOS .--

SATELITES METEOROLOGICOS

La Vigilancia Meteorológica Mundial se perfecciona cada año. Los progresos más espectaculares recientemente conseguidos han sido los obtenidos como consecuencia de la introducción de los satélites meteorológicos para fines operativos que han sido lanzados principalmente por los Estados Unidos y la URSS. El primero de estos satélites el TIROS - 1 (Televisión And Infra - Red Observación Satellite) (Satélite de Observación mediante televisión y rayos infra-rojos) fue lanzado en el año de 1960, permitió obtener principalmente imágenes de televisión de las nubes que resultaron ser muy útiles para fines de predicción; en las muy vastas regiones Oceánicas de donde se obtienen pocas observaciones desde la superficie y aún éstas están muy alejadas unas de otras, las imágenes de los satélites pueden dar en numerosas ocasiones los primeros indicios de una intensa actividad nubosa que puede originar la generación de una depresión en las latitudes medias ó de un huracán - en las regiones tropicales.

Hoy día (1976) se tienen dos (2) tipos de satélites artificiales que facilitan datos de observación para la V.M.M. los satélites geoestacionarios.

Entre los muchos instrumentos que llevan a bordo, tienen equipo de transmisión automática de imágenes (A.P.T.) (Automatic Transmission Picture) y elementos sensores. Como consecuencia de los constantes progresos realizados en los detectores de rayos infrarrojos y visibles, en el control de la altitud y dirección de los vehículos espaciales, las cámaras de televisión utilizadas en los primeros satélites fueron reemplazadas por radiómetros de barridos (Espejos Giratorios) colocados perpendicularmente a la trayectoria del satélite dando una imagen de la región sobrevolada en forma de una cinta continua. La ventaja de esos radiómetros de gran exactitud es que no sólo obtienen fotos de gran precisión fotométrica con luz visible, sino también imágenes Infrarojas.



LOS SATELITES DE ORBITA POLAR

Están situados entre 800 y 1.400 Km. de la tierra, dichas órbitas les permiten pasar sobre los polos Norte y Sur, como la tierra gira por debajo de estos satélites, todos los puntos de su superficie quedan sometidos a observación. La órbita ha sido calculada con tanta precisión (tarea que hoy nos parece normal) que se hallan en la vertical del mismo punto de la tierra a la misma hora, cada veinticuatro horas.

Estos satélites hacen una observación mundial de la capa de nubes, distribución vertical de la humedad, distribución vertical de la temperatura, temperatura de la superficie del Mar, temperatura de la superficie de la Tierra y de la capa de nieve o de hielo. Como ya hemos dicho, facilitan también mediante el sistema APT de transmisión automática de imágenes, fotografías de las regiones sobre las que pasan, este sistema de APT de transmi

sión ofrece a cualquier usuario que posea una antena receptora bastante simple una fotografía tomada desde el espacio y transmitida por el satélite cuando este la sobrevuela sin necesidad de ningún período de espera. Esta transmisión virtualmente instantánea que cubre una región más extensa que aquella en la que opera la estación receptora es el primer paso hacia una observación en tiempo real de la situación sinóptica, que es de gran utilidad para su empleo en las predicciones a corto plazo, pero muy detalladas. Por el momento esta vigilancia se ve limitada a las periódicas pasadas que hace el satélite, pero de todas maneras constituye una preciosa información, especialmente para la identificación de los procesos meso-escalares, demasiados amplios para poder ser abarcados en un todo por un observador en tierra (o a bordo de un Avión) y que se escapan a través de la malla de la Red Mundial. Así pues, podemos hablar de una innovación de la mayor importancia en el estudio de los fenómenos meso-escalares: Una vigilancia continua a través de fotografías, de las capas de nubes procedentes de un satélite geoestacionario.

LOS SATELITES GEOESTACIONARIOS

Es bien conocido que si un satélite se pone en una órbita circular a una altitud de 35.850 Km., recorrida en 24 horas, o sea en el mismo período de rotación de la Tierra sobre su eje y si el plano orbital coincide con el plano ecuatorial, el satélite tendrá exactamente el mismo movimiento que la tierra, y por lo tanto, permanecerá siempre sobre el mismo punto sobre el Ecuador, a una longitud fija. En la práctica diversas influencias tales como la atracción del sol y la luna provocan una progresiva inclinación del plano orbital, de manera que no permanecerá completamente geoestacionario a no ser que realicen operaciones de maniobras orbitales. De todas maneras ese movimiento remanente puede preverse perfectamente y su variación es muy lenta, de forma que no constituye ningún inconveniente grave para la observación de los cambios meteorológicos que se producen en la superficie terrestre, siempre y cuando la amplitud se mantenga en 1° ó 2° . El ritmo de inclinación del plano orbital de un satélite geoestacionario es de $0,8^{\circ}$ por año (sino se realiza ninguna operación de correc

ción).

Las fotografías provenientes de estos satélites han demostrado ser una fuente inestimable de información debido a la continuidad en la escala del tiempo. De esta manera se ha logrado que una imagen fija de la situación en un momento dado, sea sustituida por una visión cinematográfica de los fenómenos meteorológicos descritos en unas series ininterrumpidas que abarcan ocho de las veinticuatro horas.

Resulta evidente la necesidad de un muestreo frecuente (una fotografía cada 20 ó 25 minutos) con el fin de poder seguir la sucesión de acontecimientos meteorológicos de escala media, cuya constante de tiempo es sólo unas horas, especialmente los fenómenos de ciclos diurnos tales como la formación de una tormenta. Gracias a esta continua vigilancia sobre una extensa zona, conseguida por los observatorios de los satélites geoestacionarios, entran ahora en el campo de los conocimientos meteorológicos un tipo totalmente nuevo de fenómenos atmosféricos de gran significación, dado sus efectos sobre las actividades humanas: los fenómenos meso-escalares.

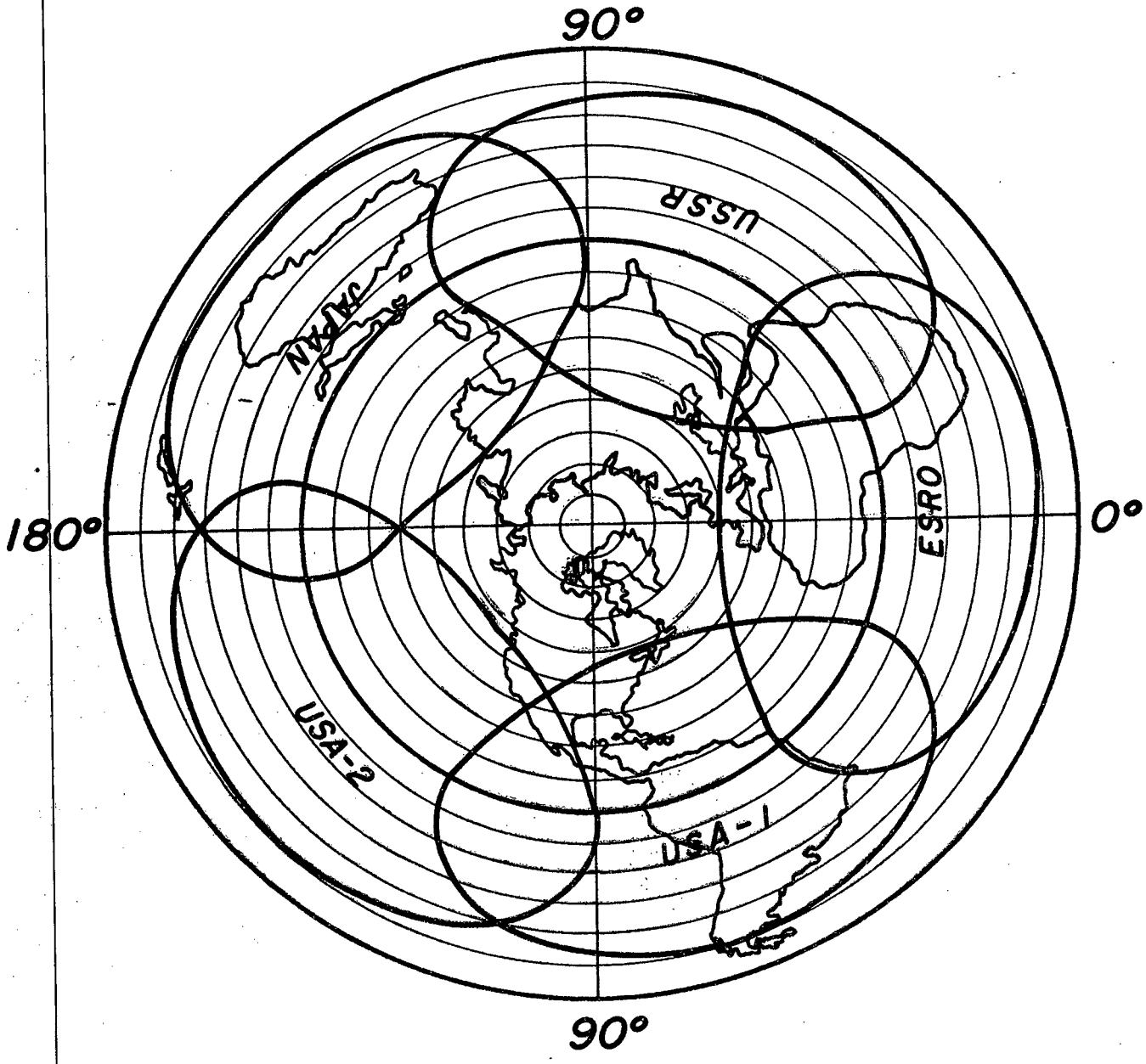
Los notables éxitos alcanzados en los experimentos con los ATS (Satélite de Aplicación Tecnológica) por los Estados Unidos y la importancia de una continua vigilancia meteorológica a escala planetaria, con objeto de detectar los fenómenos de escala media, ya sean violentos o no y el progreso alcanzado en la obtención de datos cuantitativos del viento, indujeron a Estados Unidos y más tarde a la URSS, Japón y Europa (por medio del Centro Europeo de Investigación Espacial) a proyectar una serie de satélites geoestacionarios operativos, basándose en un principio similar a los primeros lanzados (ATS-1-ATS-3), pero con ciertas mejoras en los sistemas que llevarán a bordo: estarán capacitados para la detección de la radiación visible (luz diurna). Así como de los rayos infrarrojos (emitidos durante el día y la noche por la tierra y las nubes), de tal forma que proveerán una auténtica descripción continua las 24 horas de los fenómenos atmosféricos visibles sobre el disco terrestre.

En resumen tan breve como el presente, resulta imposible apreciar en todo su justo valor la gran cantidad y variedad de trabajos que se han reali

.../...

zado y se realizarán en la interpretación meteorológica de esas fotografías de capas de las nubes. Se ha comprobado la posibilidad para seguir diariamente los desplazamientos y evoluciones de las tempestades tropicales al examinar los aspectos característicos que saltan a la vista estudiando las imágenes procedentes de los satélites, así mismo con las imágenes visibles y aún más las infrarojas enviadas por los radiómetros (VHR) se han podido determinar los límites de los témpanos de hielo a la deriva, localización y seguimiento de Icebergs, observaciones sobre la producción de aerosoles y medidas de las zonas de contaminación, observaciones sobre el desarrollo de sistemas nubosos asociados a frentes o líneas de turbulencia y muchas otras mediciones tan o más importantes como las brevemente mencionadas aquí.

Se espera que la coordinación en la planificación de la red de satélites geoestacionarios permita que estén situados y funcionando cinco satélites durante el primer Experimento Mundial del GARP. Esta red como ya dijimos deberá cubrir prácticamente toda la extensión de la atmósfera a excepción de las regiones de alta latitud (Figura) y es posible que "ello sea el principio de un futuro sistema de vigilancia permanente".



INTERNATIONAL VTPR

(VERTICAL TEMPERATURE PROFILE RADIOMETER)

ADQUISICION Y PRECESADO DE LOS DATOS VTPR

Existen varios tipos de satélites capaces de efectuar sondeos infrarrojos (NOAA-2, NOAA-3, ITOS D ITOS-E, etc.).

El NOAA 2, operativo, es un satélite en órbita retrógrada de 1.460 Km de altura media, pasando por el Ecuador alrededor de las 0900 hora local y manteniéndose sincrónico con el Sol. Posee los siguientes instrumentos (duplicados en prevención de fallas): un radiómetro de barrido (SR), un radiómetro de muy alta resolución (VHRR), un monitor de protones solares (SPM), y un radiómetro para el perfil vertical de temperaturas (VTPR).

El VTPR efectúa 23 mediciones instantáneas perpendiculares al movimiento del satélite cada 12.5 seg. En cada barrido mide 8 radianzas: seis canales en la banda de 15 micrones del anhídrido carbónico para sondear la temperatura desde superficie hasta 30 Km, un canal en 19 micrones para estimar la cantidad de vapor de agua debajo de los 500 mb aproximadamente, y un canal en la ventana en 12 micrones como control (efectos de nubes y temperatura en superficie).

El procesado de los datos se efectúa al finalizar cada órbita. Los pasos incluyen localización, calibración, cálculo de radianzas en cielo claro, cálculo de los sondeos, chequeos de calidad y la salida a las computadoras y teletipos.

Se producen diariamente alrededor de 900 sondeos en áreas oceánicas. Aproximadamente el 80% pasan el control de calidad y son distribuidos a los usuarios. Los resultados dependen de los campos preliminares, de las transmisiones de los gases, los métodos estadísticos utilizados para deducir las radianzas en cielo claro, las técnicas de inversión y los niveles de referencia.

El procesado de los datos VTPR comienza con la transmisión de los mismos del satélite NOAA-2 a las estaciones de adquisición y comando de Gilmore Greek y Wallops Island. Son enviados en tiempo real a Suitland donde son transformados en un formato adecuado y almacenados en cintas magnéticas por una computadora EMR 6130. Esta cinta es retirada y procesada por un complejo de tres computadoras CDC 6600.

El primer paso en el procesado en la computadora de gran capacidad es - obtener las coordenadas latitud y longitud. Los datos son transformados en un nuevo formato (se introducen las temperaturas de la superficie del mar).

Se efectúa luego la calibración. Los parámetros son controlados por calidad (ruido, etc.) y los valores digitales se convierten en radianzas para los ocho canales infrarrojos VTPR en cada medición. Estos datos son reagrupados y almacenados internamente para ser procesados por el programa siguiente (determinación de las radianzas en cielo claro). En este momento se genera un archivo con un formato determinado (format I).

Las rutinas VTPR, en gran parte operativas, utilizan alrededor de 4,8 - horas de máquina por día. Se efectúan otros procesos de tipo experimental en otro sistema 6600 exterior, utilizándose aproximadamente 50 horas por semana.

Debido a las necesidades computacionales cada vez más intensas las tres CDC-6600 están ya prácticamente saturadas. Es por ello que se instalará un nuevo sistema consistentes en dos computadoras IBM 360/195 con 2 millones de bytes (8 bit) de memoria rápida cada una. Además 100 millones de bytes en discos.

OBTENCION DEL PERFIL TERMICO A PARTIR DE LAS RADIANZAS

Para obtener los perfiles de temperatura a partir de las radianzas medidas por radiómetros, éstas deben obtenerse de áreas claras o bien ajustadas a los valores que deberían obtenerse si no hubieran nubes. Esto puede hacerse comparando las radianzas de dos medidas adyacentes. Para una longitud de onda dada la radianza de un área parcialmente cubierta es una función lineal de la cantidad de nubes. Cuando se plotean las radianzas de dos áreas adyacentes de distinta nubosidad en un gráfico de radianzas en una longitud de onda dada versus radianzas en una segunda longitud de onda, la recta que une dos canales pertenece a una "ventana" donde la absorción atmosférica es baja, se puede calcular una buena estimación de las radianzas en ese canal transparente a partir del perfil térmico preliminar y de la temperatura en el nivel del mar. El punto donde la recta que conecta los dos puntos intersecta la radianza de este canal transparente da una estimación de la radianza en cielo claro del - segundo canal.

Las estimaciones de radianzas en cielo claro resultantes no son tan confiables como las obtenidas en un área sin nubes ya que el procedimiento incre

menta el efecto del ruido instrumental y es exacto sólo si las temperaturas - en superficie, el perfil térmico y los tipos de nubes son idénticos para ambas áreas. Para reducir la dispersión resultante se combinan las radianzas de un determinado número de radianzas de pares adyacentes.

La técnica está siendo modificada para tener en cuenta varias capas de nubes y para obtener perfiles sobre tierra, donde no siempre se dispone de una buena información sobre las radianzas en el canal "transparente".

La inversión de los datos de radianzas VTPR produce el perfil de temperaturas, de depresión del punto de rocío y las alturas en los niveles estándar. Además de las radianzas en cielo claro en cada uno de los ocho intervalos espectrales se necesita conocer los perfiles iniciales de temperatura y punto de rocío, así como las transmitidas.

Los perfiles iniciales de temperatura hasta los 10 mb son pronósticos y análisis del National Meteorological Center, si es posible; en caso contrario son datos climatológicos.

El perfil por encima de los 10 mb se obtiene mediante una regresión de las radianzas y las temperaturas medidas por debajo de ese nivel. Las temperaturas en superficie se obtienen usualmente del Radiómetro de Barrido (SR) del NOAA-2. El perfil inicial de depresión del punto de rocío se genera por regresión del campo preliminar de temperatura de la tropósfera.

Las transmitancias se calculan como productos de las respectivas contribuciones del anhídrido carbónico, del agua y del ozono. Las transmitancias del anhídrido carbónico y del agua se derivan de los perfiles iniciales de temperatura y punto de rocío. Para el ozono se utiliza una transmitancia precalculada.

La ecuación de transferencia radiativa para el perfil de temperaturas se resuelve aplicando una inversión a la matriz formada por las radianzas en cielo claro en los seis intervalos espectrales que corresponden a la banda de 15 micrones de anhídrido carbónico.

El perfil del punto de rocío se obtiene mediante una solución estadística de la ecuación de transferencia radiativa en el intervalo centrado en 53 cm^{-1} .

Las alturas se calculan mediante la integración vertical de los perfiles así derivados.

CONTROL DE CALIDAD DE LOS DATOS VTPR.

El control de calidad de los datos VTPR se efectúa en dos fases separadas y distintas: durante el procesado en tiempo real y en chequeos manuales que se efectúan luego de la transmisión de los datos.

Basados en el método de determinación de radianzas en cielo claro ya discutido algunas de las inversiones obtenidas son eliminadas en este punto del proceso. También si las radianzas preliminares están en desacuerdo con los valores medidos en ciertos límites predeterminados para cada canal, los datos no son procesados.

Se efectúa además dos tesis sobre las inversiones como una prueba de su validez meteorológica. Estos consisten en un chequeo grosero de consistencia con los valores adyacentes, VTPR y un chequeo de gradientes superadiabáticos. Si las inversiones no pasan estos test para niveles inferiores a 100 mb (inclusive) se desecha todo el sondeo.

El control de calidad manual comienza luego de recibirse la salida impresa de la computadora. Se marcan los distintos errores; p.e. puede ocurrir un error en tiempo que hace que el sondeo esté mal localizado.

Finalmente los datos VTPR se verifican con radiosondas convencionales en puntos geográficos especificados para determinar p.e. el bias latitudinal. Todos los datos VTPR del Hemisferio norte se comparan con el último análisis de 300 mb del NMC.

En el futuro se dará más énfasis en el automatizado de varios de los procedimientos manuales descritos.

UTILIZACION OPERATIVA DE LOS DATOS VTPR EN EL NATIONAL METEOROLOGICAL CENTER (NMC) .

Una parte del sistema operativo del NMC controla la introducción y procesamiento de todos los datos VTPR en un intervalo de más-menos seis horas del tiempo sinóptico nominal, en horas determinadas del ciclo operativo. Los datos VTPR asinópticos (alturas y temperaturas) son llevados al tiempo sinóptico mediante el uso de los cambios de alturas y temperatura pronosticados del ciclo operativo previo. Se efectúan chequeos hidrostáticos para asegurar la consistencia vertical entre alturas y temperaturas.

.../...

Las alturas de los niveles obligatorios se ajustan para que coincidan con las alturas del último análisis de 1000 mb derivado de datos de superficie independientes.

Los datos VTPR en 300 mb son ploteados en cartas VARIAN (graficado electrostático) junto con los campos preliminares de alturas y temperaturas de 300 mb para el control de calidad.

Antes de la ejecución de los programas de análisis objetivo de altura todos los datos convencionales, pseudo-datos (bogus) y datos de satélites son controlados con las opciones especificadas por la sección de Análisis Automático.

COMPARACION DE LOS DATOS VTPR CON RADIOSONDEOS.

Se han efectuado comparaciones detalladas entre los sondeos VTPR y los radiosondas en los meses de marzo y abril de 1973. Se comparan sondeos que se encuentran no más lejos de uno o dos grados de latitud y dentro de un intervalo de 6 ó 3 horas respectivamente. Los datos se comparan en los niveles de presión obligatorios y en capas entre niveles estándar.

Los resultados muestran que las temperaturas VTPR son muy erróneas en la baja estratosfera. Se cree que esto se debe a una mala interpretación de la función de transmisión.

Otra área difícil es la baja tropósfera, particularmente en latitudes polares. Esto último se cree que es debido a una mala especificación de la temperatura en superficie. Sin embargo, sobre el resto (la mayor parte) de la tropósfera los resultados de las comparaciones directas de la temperatura son ambiguos debido a que las desviaciones se aproximan al nivel de ruido de la técnica de verificación.

Se presentaron resultados detallando la habilidad de los sondeos VTPR, de modificar correctamente la estructura térmica pronosticada en el hemisferio norte. Se muestra que cuando se considera la muestra total no hay una alteración de los pronósticos significativa (positiva o negativa) por los sondeos. Sin embargo, cuando la muestra se clasifica subjetivamente aproximadamente la mitad de los sondeos tienen información útil no sólo en ajustes de la temperatura absoluta sino también en los ajustes de los gradientes térmicos. Se encuentra en estudio un método para clasificar objetivamente dichos sondeos.

DESARROLLOS FUTUROS

Se discutieron las experiencias actuales y futuras sobre los sondeos atmosféricos por satélites. Estos experimentos incluyen: (1) la experiencia Nimbus-5 ITPR que ha demostrado la utilidad de una resolución espacial alta y de las observaciones multiespectrales en la ventana de las radianzas, para tratar de eliminar el problema de las nubes y para obtener las características de la mesoescala de la temperatura y humedad de la atmósfera, (2) la experiencia Nimbus-5 NEMS que ha demostrado la posibilidad de efectuar sondeos a través de la capa nubosa mediante microondas, (3) la experiencia Nimbus F HIRS que ensayará aumentar significativamente la resolución vertical de los perfiles térmicos derivados de satélites en la tropósfera baja, así como aumentar su extensión vertical hasta la estratopausa por medio del uso combinado de las observaciones de radianzas en las bandas de 4,3 y 15 micrones del CO₂. Se presentaron algunos resultados del Nimbus-5 para demostrar la posibilidad de mejoramientos en el sistema actual operativo. Estos mejoramientos se planean para el sistema de sondeos por satélites operativo de segunda generación que comenzará con el TIROS-N.-

CAPÍTULO IV

ESTACIONES METEOROLOGICAS AUTOMATICAS
BOYAS DE DATOS AMBIENTALES .-

ESTACIONES METEOROLOGICAS AUTOMATICAS

Como nota resaltante en la solución del problema de la observación en zonas inhóspitas se han desarrollado las estaciones meteorológicas automáticas que han venido a solucionar el déficit crítico de datos en determinados lugares.

Dentro de este tipo de estaciones hay dos (2) formas de uso, las primeras son estaciones automáticas que transmiten automáticamente las mediciones meteorológicas que efectúan y las estaciones climatológicas automáticas que se limitan a registrar las mediciones efectuadas durante un largo periodo de tiempo.

Así mismo, existe una sub-división de las estaciones meteorológicas automáticas en estaciones terrestres y marítimas.

Dentro de este esquema presentado se va a examinar los diferentes elementos sensibles que se pueden utilizar para la medición de los parámetros meteorológicos, en función de sus posibilidades de adaptación a la medición automática, así mismo, los diferentes elementos constitutivos, los dispositivos para cifrar y descifrar los órganos de transmisión y las modalidades de alimentación utilizables.

Parece que los primeros estudios con vista a producir estos tipos de equipos estuvieron tomados bajo la responsabilidad de varios países simultáneamente poco antes de la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, es sólo durante la última parte de la II Guerra que las primeras estaciones entran en operación; las estaciones de tierra fueron iniciadas por la U.R.S.S. y los Estados Unidos de América y las estaciones sobre boyas usadas por Alemania para obtener información meteorológica de las condiciones de tiempo reinante sobre el Océano Atlántico y el Mar del Norte.

Las estaciones meteorológicas automáticas como ya habíamos establecido son un conjunto de equipos, los cuales automáticamente miden ciertos parámetros meteorológicos y también transmiten automáticamente los resultados de esas mediciones, ellas son destinadas para uso tanto en tierra como en el mar ó sobre boyas fijas o libres.

Las Estaciones Meteorológicas de Tierra.

Están compuestas de las siguientes partes:

a) Sensores, los cuales miden los parámetros meteorológicos.

...//...

- b) Códigos, los cuales transforman la medición de los sensores en signos o señales transmisibles.
- c) Transmisores.
- d) Una Unidad programada, la cual controla la secuencia y el tiempo de operación.
- e) Unidades de Energía, las cuales suplen la corriente necesaria para la operación de la estación. (Dibujo de 1 Estación).

Sensores:

El número de sensores varía generalmente de una estación automática a otra. Ciertas estaciones automáticas han sido diseñadas para medir y transmitir una sola variable por ejemplo: las estaciones automáticas para precipitación. Otras han sido diseñadas para proveer información tan similar como posible a la que se obtiene generalmente de una estación manuable.

Vamos a hacer ahora una revisión de los diferentes parámetros meteorológicos y las diferentes soluciones que han sido usadas o se podrían usar en la medición de los mismos.

Presión Atmosférica.

La presión atmosférica, es siempre medida en las estaciones automáticas, - por medio de cápsulas de vidrio usadas en conjunción con un adecuado sistema de amplificación mecánica similar al usado en los barógrafos y barómetros.

El sistema basado en las cápsulas de vidrio, brinda una precisión de cerca de 0.5 mb. lo cual puede ser considerado como satisfactorio en muchos casos.

Temperatura.

La temperatura, es medida por medio de termómetro basados en bimetálico, resistencia del platino, líquidos en expansión o termistores principales.

Aquellos que usan el bimetálico son los que mayormente poseen dichas estaciones, ellos permiten una precisión de 0.5°C. Sin embargo, para mantener estos grados de precisión através de un largo período, es necesario garantizar o asegurar que el mecanismo que provee las amplificaciones del movimiento de los bimetálicos esté perfectamente resguardado de efectos nocivos como nieve, granizo, polvo o insectos.

Los termómetros de resistencia de platino usados en conjunto con potenciómetros son bastante adecuados para la codificación de los datos que ellos suplen. Sin embargo, son costosos y tienen un apreciable consumo de corriente.

Los termómetros usados principalmente en las estaciones automáticas son los de termistores principales, los cuales transmiten su información por medio de una frecuencia musical variable.

Humedad Atmosférica.

Este es el elemento meteorológico que presenta más problema para su medida por las estaciones automáticas. Muchas de las estaciones tienen en uso medidas de humedad relativa de las masas de aire por medio de higrómetros de cabello, - con las ya conocidas desventajas asociadas con este método de medidas, pobre operación en valores bajos de humedad y en bajas temperaturas, deriva del cero, pobre confiabilidad etc. La imposibilidad de las estaciones automáticas de tener un frecuente limpiado del cabello del instrumento es una apreciable causa - en los problemas, porque muchas veces la estación está expuesta a violentas tormentas o pesadas nevadas que hace que transmita valores falsos y de escaso uso.

Ha sido posible obtener valores mejorados de las estaciones automáticas, colocando el cabello recubierto o resguardado en un celofán el cual es permeable al vapor de agua, pero impermeable al polvo y la nieve. De esta manera se han tenido perfiles de datos aceptables por varios meses. Sin embargo, siempre por debajo de las condiciones óptimas de medidas y la precisión permanece pobre, y ha sido tomada como de un 5% en el caso de humedades altas y un 10% en el caso de promedio de valores.

También aparece como difícil obtener medidas de humedad por medio de un Si cómetro en una estación automática, la cual tiene que permanecer desatendida - por un largo período, por lo tanto, es difícil proveer adecuadamente de agua al termómetro de bulbo húmedo. En cualquier caso, este método de medida solo puede ser considerado para regiones en las cuales la temperatura permanece por encima de 0°C.

Por otro lado, se muestra bastante fácil adaptar higrómetros de punto de rocío enfriados por el efecto Peltier, estos instrumentos, no se encuentran todavía en uso de una manera general, tienen la gran ventaja de proveer valores - de temperatura y de punto de rocío, dentro de un límite aceptable con suficiente

...//...

precisión. Sin embargo, consumen una apreciable cantidad de corriente, lo cual limita su uso en ciertos casos, esto es un problema a solucionar para el uso de dichos higrómetros en las estaciones automáticas.

Velocidad del Viento.

La medida de la velocidad del viento no presenta problemas en particular, - salvo en áreas donde ocurren heladas fuertes. Los anemómetros que se usan corrientemente en las estaciones ordinarias pueden ser incorporados a las estaciones automáticas. Sin embargo, el anemómetro de contacto es uno de los que más se usan a distancia, debido a su simplicidad, potencia y la facilidad con la cual el puede ser empleado para medir el viento promedio sobre un período dado.

Es usado para este propósito, junto con un dispositivo contador el cual totaliza el número de pulsos producidos por el anemómetro durante el período para el cual el valor principal del viento es requerido (generalmente 10 minutos, o como la definición de viento sinóptico de acuerdo a su definición por recomendación de la Comisión de Instrumentos y Métodos de Observación).

En áreas de fuertes heladas es difícil hacer las mediciones de viento y que el anemómetro transmita por la presencia de hielo, es entonces necesario el uso de un anemómetro especial, el cual se calienta eléctrica y automáticamente cuando la temperatura baja de 0°C. Pero, esto trae problemas y es el exceso de energía consumido por lo que la estación debe estar conectada a una fuente o red de energía que se la provea.

Dirección del Viento.

De manera similar a la velocidad del viento no presenta mayores dificultades para hacerlo. Normalmente los instrumentos de estaciones convencionales se adaptan a dichas estaciones. Por lo tanto, en estas estaciones que operan por largo tiempo, sin mantenimiento el uso de la veleta de viento es muy apropiada. Es una unidad fuerte, necesita poca atención, fácil de instalar, no necesita energía para su uso y ofrece una precisión determinada. El único costo en su instalación es conectar la veleta con la estación por medio de un cable múltiple y es pequeño porque el cable es corto.

Precipitación.

El equipo más adecuado para la medida de la precipitación es el típico plu-

viómetro a cubeta. El problema de codificación de estas medidas es similar al codificado de la señal proveniente del contacto en el anemómetro, el número de señales de las cubetas pueden ser contadas también por la operación directa de una rueda determinada o por circuito eléctrico que se cierra a cada señal o impulso.

Radiación.

Esta información es transmitida por algunas estaciones que están en servicio. El equipo más adecuado para la medida automática de este parámetro contiene un elemento bimetálico negro y otro blanco, el cual cierra un circuito eléctrico cuando hay luz solar directa. El cierre de el contacto induce en el circuito motor a velocidad constante el cual por medio de engranajes adecuados cambia un conteo provisional en indicaciones directas de horas de insolación. La principal debilidad o fragilidad de este equipo esta en la gran variabilidad de su sensibilidad, la cual depende de las horas de radiación directa, la altura y el azimut de el sol y la puesta en marcha inicial del instrumento.

Existen instrumentos para esta medición de fácil adaptabilidad a las estaciones automáticas, así mismo se pueden usar dos (2) células fotoeléctricas - diferentes (una expuesta a la radiación directa y la otra protegida de la misma).

Actividades de las Tormentas.

Esto se indica por medio de instrumentos que miden las actividades de los rayos. El número de registros atmosféricos es representativas de la actividad atmosférica. Lo crítico es la distancia a la cual esta actividad atmosférica puede ser detectada, como este es un problema de las estaciones tanto automáticas - como convencionales no se considerará en detalle. Esto se puede corregir, sin embargo, dándole un buen ajuste al instrumento el que dará una indicación satisfactoria de la actividad tormentosa dentro de un radio de 10 Km.

Muchos tipos de contadores pueden ser adaptados a las estaciones automáticas un gran número de ellos sin embargo, tienen un gran consumo de corriente lo cual perjudica o crea problemas para su uso en estaciones automáticas que se les de poco mantenimiento y necesitan consumir un mínimo de corriente.

Otro problema que se presenta es cuando la estación tiene transmisión de datos por radio, en el momento de la emisión se puede causar un funcionamiento -

anormal del contador por flash. Este problema puede ser resuelto fácilmente des-
conectando el contador de señal de actividad durante la transmisión.

Medida de altura de Nubes.

La medida de la altura de la base de las nubes es un problema para su medi-
ción en estaciones automáticas, siendo el principal el considerable consumo de
energía, así mismo, en algunos casos la efectividad de los instrumentos se ve
afectada por acumulación de nieve o polvo sobre el foco óptico.

Visibilidad.

De igual manera que lo anteriormente dicho se han presentado problemas en
la medición directa de este parámetro, sin embargo, se mide el coeficiente at-
mosférico de transmisión, el cual es transmitido y en tablas da el valor de vi-
sibilidad.

Sistema de Codificación y Transmisión.

Los sistemas de codificación varían considerablemente de una estación auto-
mática a otra. Dependen del tipo de elementos sensores que se usen de las condi-
ciones bajo las cuales la estación opere y el uso para la transmisión de las me-
didas. En forma general los sistemas de codificación y las unidades de corriente
usadas permiten recepción sin el uso de equipo o entrenamiento especial.

Hay una gran similitud entre los sistemas de las estaciones automáticas y
los de radiosondas. Se encuentra una diferencia entre estaciones con sistemas
de frecuencia variable y aquellos de cronómetro y dispositivos de "Clave" tipo.

Todos estos sistemas son ya una técnica de cada equipo en particular, así
mismo, como el "Código Numérico" el cual es uno de los más usados.

Los sistemas de transmisión que se usan son radio, línea telefónica o telé-
grafo cada sistema por supuesto tiene su adaptabilidad y su funcionabilidad de
acuerdo a las características físicas de los lugares en que operan las estacio-
nes.

Refiriéndonos al programa de trabajo que cumple una estación automática -
normalmente se efectúa lo siguiente:

- i) Un período de tiempo durante el cual los transmisores son calentados.
- ii) Un período en el cual la estación transmite los datos recolectados -
(esos datos van en forma de una señal).

...///....

iii) Lectura de los instrumentos.

iv) La transmisión de las indicaciones para su trabajo.

v) Posible puesta a "Cero" de algunos instrumentos (contadores totalizados).

vi) Se apaga automáticamente la estación.

Los sistemas de alimentación energética en dichas estaciones va desde el aprovechamiento de las redes convencionales hasta auto-abastecimiento por acumuladores ó aprovechamiento de la energía solar. Se buscan maneras de obtener la energía en forma más continua y segura para aquellas estaciones que están colocadas en zonas inhóspitas.

En forma general estas consideraciones generales sobre las estaciones automáticas y su funcionamiento, claro que estas varían un poco de acuerdo al tipo de estación (terrestre, marítima o climatológica).-

...//...

JJI/gr.-
29SEP76.

BOYAS DE DATOS AMBIENTALES .-

La Data Buoy Office de la NOAA, aprovechando la experiencia adquirida en la fase técnica experimental del programa de boyas de datos, ha llegado a una decisión sobre los pormenores de un sistema de boyas operacionales para el Océano profundo.

La primera de estas boyas ambientales de prototipo se amarró en el Golfo de Alaska y en el Nordeste del Océano Pacífico, principalmente para adquirir datos meteorológicos marinos a efectos de alerta contra las tormentas y de previsión en la región Costera.

Cuatro grandes boyas de la fase técnica experimental siguen instaladas frente a la Costa Oriental de los EE.UU. y en el golfo de México y el Golfo de Alaska para aportar datos con fines operacionales, como medida provisional hasta que se disponga de más sistemas de boyas operacionales. Continúan realizándose nuevas investigaciones y trabajos referentes a los elementos oceanográficos de los sistemas de boyas. Diversas boyas de finalidad especial se emplean en apoyo de investigaciones científicas tales como: el experimento del Pacífico Norte (NORPA) el experimento Conjunto de la Dinámica de los hielos Articos (AIDJEX) y diversos estudios sobre zonas de la plataforma Continental.

También en el Continente Asiático se ha activado el uso de boyas ó Estaciones automáticas. Desde 1968 el Japón ha desarrollado a través de su sistema de obtención de datos provenientes de boyas este tipo de técnica. Se encuentran ubicadas en el Mar del Sur en Japón, en el Este del Mar de China, en el área Este de Japón y en el Mar de Japón.

Este tipo de boyas que usan los japoneses tienen una base circular de 10 mts. de diámetro, un mastil de 7,5 mts. y unas 50 toneladas de peso. Han sido diseñadas para soportar vientos de 216 Km/hora y olas de 15 mts., además son capaces de estar 15 meses sin recibir mantenimiento.

Se pueden obtener diez y siete (17) parámetros de la estación-boya: dirección y velocidad de viento, temperatura del aire, punto de rocío, presión del aire, temperatura del agua de 3, 20 y 50 metros de profundidad, radiación solar, período y altura de las olas, salinidad de la superficie, velocidad y dirección

.../...

de las corrientes en superficie y además orientación e inclinación de la boya.

Los datos son transmitidos cada tres (3) horas al Centro de Telecomunicaciones Meteorológicas de la Agencia Meteorológica Japonesa, usando frecuencias de 4,6,8 ó 12 MHz de acuerdo con la localización de la boya. Se mantienen unos seis (6) minutos de diferencia entre la transmisión de los datos de cada boya. Esta información recibida es procesada y distribuida a los usuarios nacionales e internacionales por teletipo y por el sistema Global de Telecomunicaciones. Estas boyas se han planeado de forma tal que sus datos puedan ser transmitidos vía satélite a los Centros Colectores.

Como se ve ó se nota estos aparatos han sido producto de la constante e inquietante labor por mejorar y aumentar los medios disponibles para la obtención de la tan necesaria información meteorológica y es un paso más en la evolución de las técnicas de observación.-

CONCLUSIONES

Se ha hecho en este folleto una breve referencia al desarrollo de las técnicas de observación, haciendo mención de cierta evolución en los métodos para observar la atmósfera, con la idea de tener una referencia respecto al Tema y no de desarrollarlo técnica ó analíticamente.

El tema abarcó desde la simple observación visual hasta los sofisticados sistemas incluidos en la V.M.M. como una prueba de la importancia que cada vez se le concede a la observación física de nuestra atmósfera en el desarrollo de la tecnología moderna. En materia orbital acerca de esto se mencionan las observaciones hechas por el SKYLAB que contribuyeron en su momento para evaluar una serie de valores paramétricos difícil de conseguir de otra manera y el gran aporte para cierto tipo de climatología.

No se detendrá por supuesto, la evolución de las técnicas de observación en lo que tenemos, sino que seguirá su camino en pos de brindar una "Tierra más segura para la Humanidad".-

ooOoo

OCT. 76
JJI/gr.-

BIBLIOGRAFIA

ATMOSFERA, TIEMPO Y CLIMA

R. G. BARRY

R. J. CHARLEY

METEOROLOGIA GENERAL

CAPITAN (AVIACION) TULIO PRADO
FERNANDEZ. -

INTRODUCCION A LA METEOROLOGIA

SVERRE PETTERSEN

AUTOMATIC WEATHER STATIONS

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION.

DEVELOPMENT OF THE WWW (WORLD
WEATHER WATCH) OCEANIC OBSERVING
SUB-SYSTEM

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION.

METEOROLOGICA - VOLUMEN IV 1973

CENTRO ARGENTINO DE METEOROLOGOS.

INSTRUMENTOS METEOROLOGICOS

A.W. COLDBRUNNER.

INTRODUCCION A LA ADQUISICION Y USO
DE LA INFORMACION A.P.T.

UNIVERSIDAD DE CHILE

SATELITES NESC 51

NOAA - ESSA.

BASIC SYNOPTICS NETWORKS OF OBSERVING
STATIONS

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION.

