

General Disclaimer

One or more of the Following Statements may affect this Document

- This document has been reproduced from the best copy furnished by the organizational source. It is being released in the interest of making available as much information as possible.
- This document may contain data, which exceeds the sheet parameters. It was furnished in this condition by the organizational source and is the best copy available.
- This document may contain tone-on-tone or color graphs, charts and/or pictures, which have been reproduced in black and white.
- This document is paginated as submitted by the original source.
- Portions of this document are not fully legible due to the historical nature of some of the material. However, it is the best reproduction available from the original submission.

SP 43-26

Estación Espacial de Madrid

Madrid Space Station

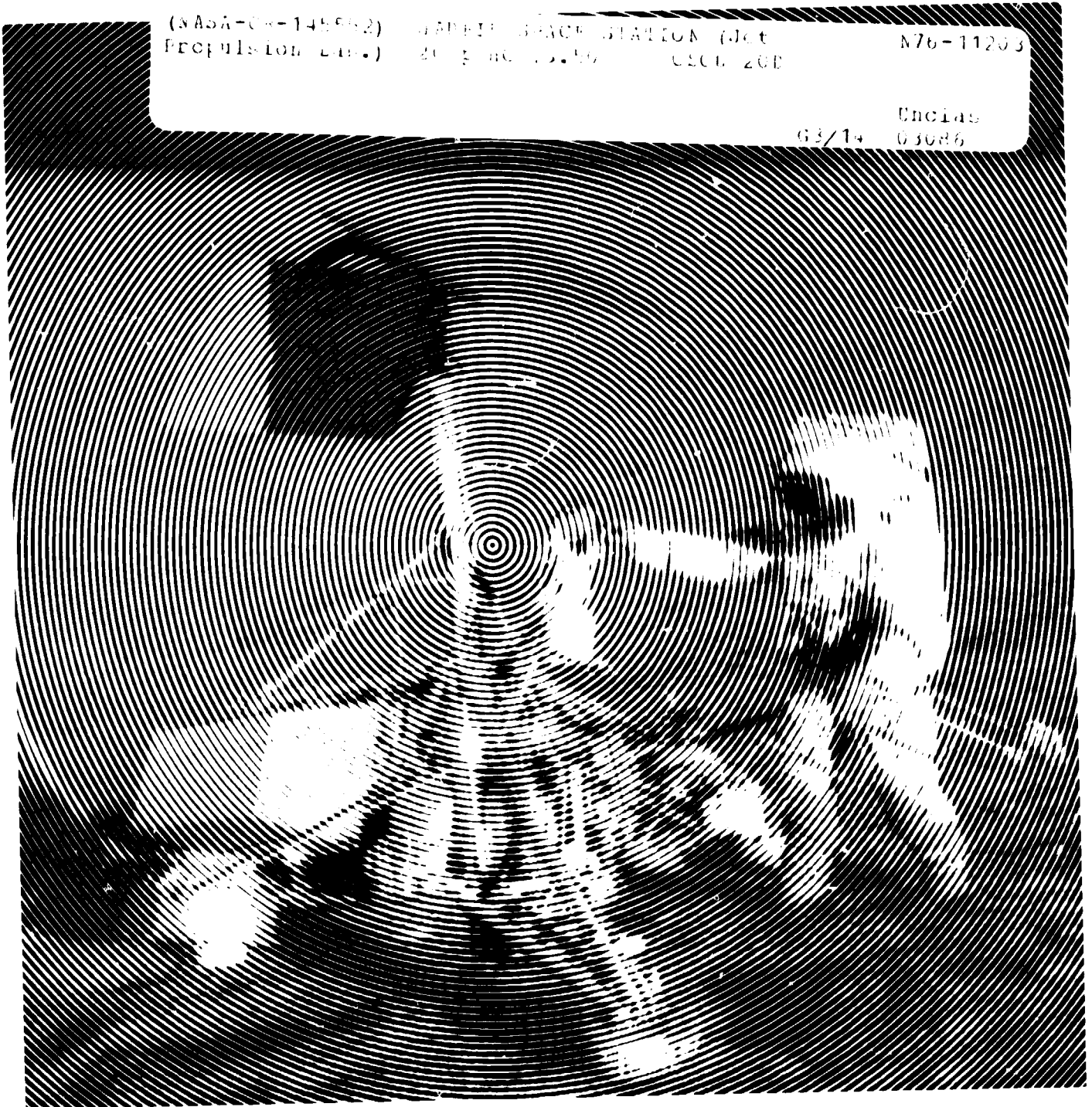


(NASA-CR-145962)
Propulsion Div.)

MADRID SPACE STATION (Jet
20 2 HC 15.50 CSCI 2GE

N76-11203

Encias
63/14 03086



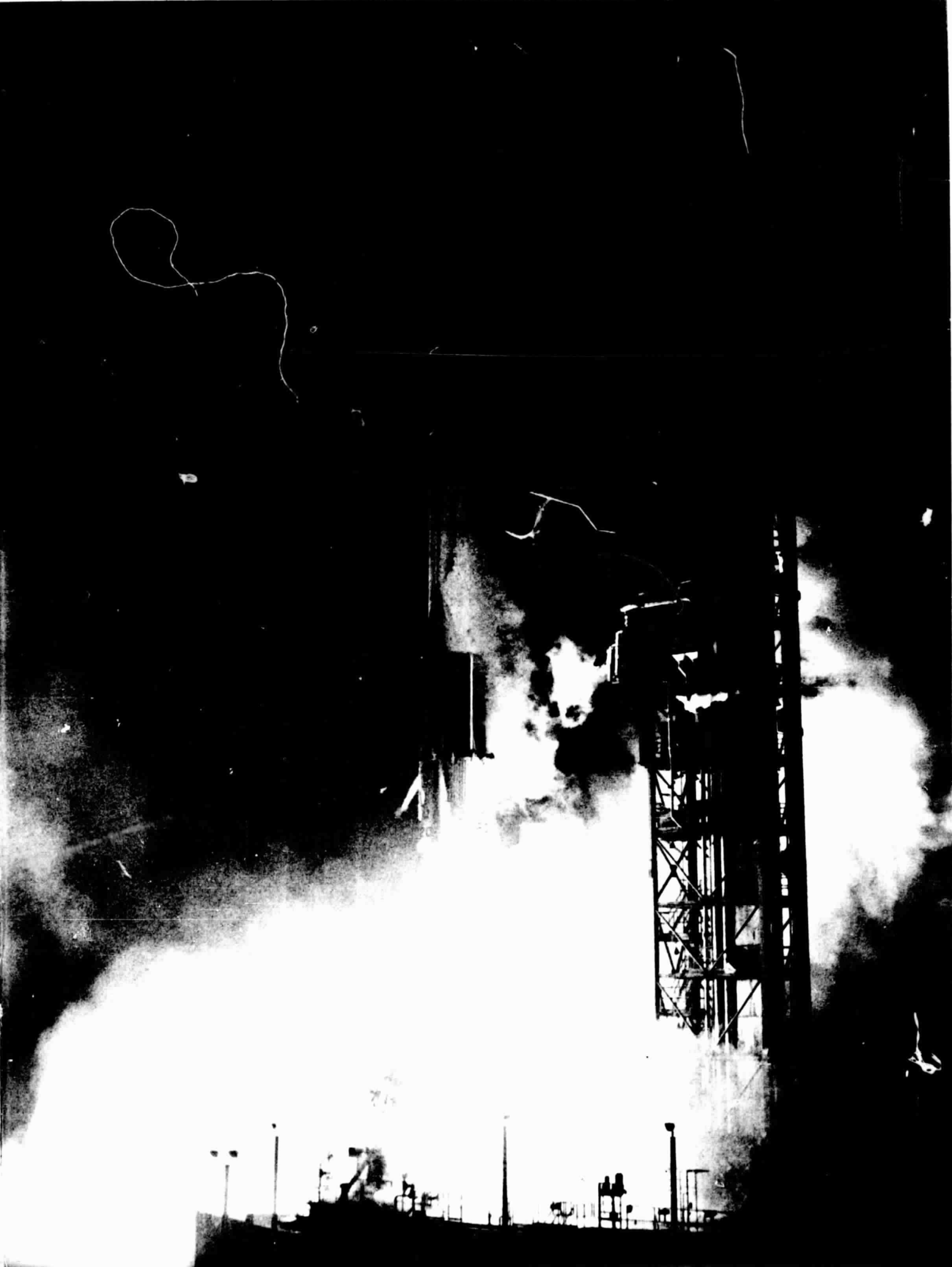
TECHNICAL REPORT STANDARD TITLE PAGE

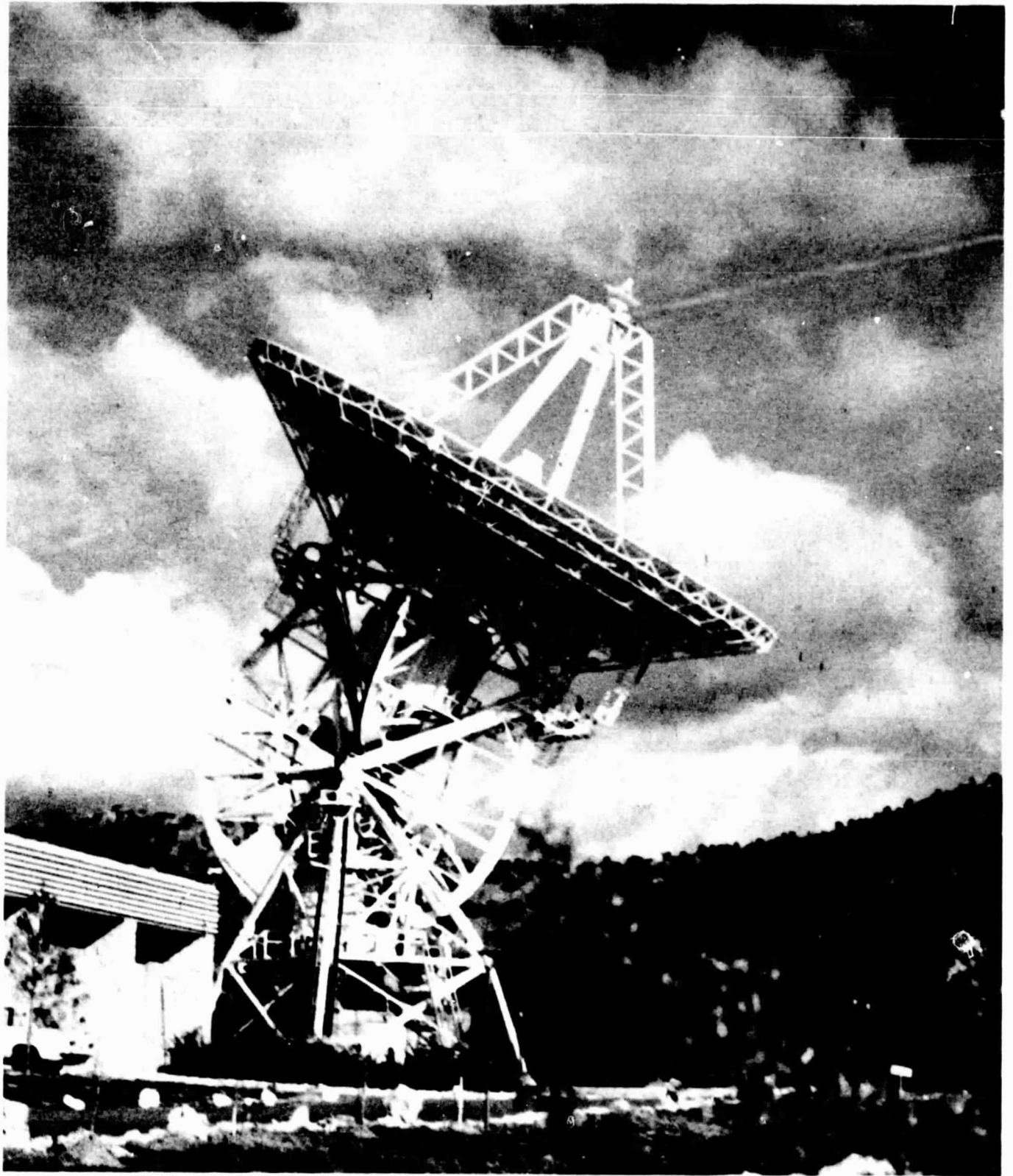
1. Report No. 43-26	2. Government Accession No.	3. Recipient's Catalog No.	
4. Title and Subtitle ESTACION ESPACIAL DE MADRID MADRID SPACE STATION		5. Report Date August 31, 1975	
		6. Performing Organization Code	
7. Author(s) R. J. Fahnestock, N. A. Renzetti		8. Performing Organization Report No.	
9. Performing Organization Name and Address JET PROPULSION LABORATORY California Institute of Technology 4800 Oak Grove Drive Pasadena, California 91103		10. Work Unit No.	
		11. Contract or Grant No. NAS 7-100	
		13. Type of Report and Period Covered Special Publication	
12. Sponsoring Agency Name and Address NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION Washington, D.C. 20546		14. Sponsoring Agency Code	
15. Supplementary Notes			
16. Abstract The Madrid Space Station, operated under bilateral agreements between the governments of the United States and Spain, is described in both Spanish and English. The Space Station utilizes two tracking and data acquisition networks: the Deep Space Network (DSN) of the National Aeronautics and Space Administration and the Spaceflight Tracking and Data Network (STDN) operated under the direction of the Goddard Space Flight Center. The station, which is staffed by Spanish employees through the participation of the Spanish National Institute of Aerospace Technology (INTA), comprises four facilities: Robledo I, Cebreros, and Fresnedillas-Navalagamella, all with 26-meter-diameter antennas, and Robledo II, with a 64-meter antenna. The four stations are named for nearby communities in the Madrid area.			
17. Key Words (Selected by Author(s)) Ground Support Systems and Facilities (Space) Spacecraft Communications, Command and Tracking Administration and Management		18. Distribution Statement Unclassified -- Unlimited ^a	
19. Security Classif. (of this report) Unclassified	20. Security Classif. (of this page) Unclassified	21. No. of Pages 19	22. Price

HOW TO FILL OUT THE TECHNICAL REPORT STANDARD TITLE PAGE

Make items 1, 4, 5, 9, 12, and 13 agree with the corresponding information on the report cover. Use all capital letters for title (item 4). Leave items 2, 6, and 14 blank. Complete the remaining items as follows:

3. Recipient's Catalog No. Reserved for use by report recipients.
7. Author(s). Include corresponding information from the report cover. In addition, list the affiliation of an author if it differs from that of the performing organization.
8. Performing Organization Report No. Insert if performing organization wishes to assign this number.
10. Work Unit No. Use the agency-wide code (for example, 923-50-10-06-72), which uniquely identifies the work unit under which the work was authorized. Non-NASA performing organizations will leave this blank.
11. Insert the number of the contract or grant under which the report was prepared.
15. Supplementary Notes. Enter information not included elsewhere but useful, such as: Prepared in cooperation with... Translation of (or by)... Presented at conference of... To be published in...
16. Abstract. Include a brief (not to exceed 200 words) factual summary of the most significant information contained in the report. If possible, the abstract of a classified report should be unclassified. If the report contains a significant bibliography or literature survey, mention it here.
17. Key Words. Insert terms or short phrases selected by the author that identify the principal subjects covered in the report, and that are sufficiently specific and precise to be used for cataloging.
18. Distribution Statement. Enter one of the authorized statements used to denote releasability to the public or a limitation on dissemination for reasons other than security of defense information. Authorized statements are "Unclassified-Unlimited," "U. S. Government and Contractors only," "U. S. Government Agencies only," and "NASA and NASA Contractors only."
19. Security Classification (of report). NOTE: Reports carrying a security classification will require additional markings giving security and downgrading information as specified by the Security Requirements Checklist and the DoD Industrial Security Manual (DoD 5220.22-M).
20. Security Classification (of this page). NOTE: Because this page may be used in preparing announcements, bibliographies, and data banks, it should be unclassified if possible. If a classification is required, indicate separately the classification of the title and the abstract by following these items with either "(U)" for unclassified, or "(C)" or "(S)" as applicable for classified items.
21. No. of Pages. Insert the number of pages.
22. Price. Insert the price set by the Clearinghouse for Federal Scientific and Technical Information or the Government Printing Office, if known.





Una de las tres antenas de 26 metros de diámetro de la Estación Espacial de Madrid

One of the three 26-meter-diameter antennas at the Madrid Space Station

Estación Espacial de Madrid

La Estación Espacial de Madrid se ha construido y funciona al amparo de acuerdos bilaterales de cooperación científica firmados el 29 de enero de 1964 y el 11 de octubre de 1965 entre los Gobiernos de España y de los Estados Unidos para la investigación del espacio.

La Estación está constituida por cuatro instalaciones, Robledo I, Cebreros, Fresnedillas y Robledo II, que se designan con los nombres de los pueblos en cuyo término municipal están situadas.

Cada instalación está concebida como una unidad operativa independiente y dispone de los elementos necesarios (antena, equipos electrónicos, servicios auxiliares, etc.) para funcionar con autonomía. Así por ejemplo, durante el año 1975 ha habido momentos en que la instalación de Robledo I estaba en contacto con el Pioneer 11, camino de Saturno, la de Cebreros seguía al Helios 1 en órbita solar, la de Robledo II recibía fotografías de Mercurio transmitidas por el Mariner 10 y la de Fresnedillas recibía las señales procedentes de los laboratorios automáticos ALSEP dejados por los astronautas en la superficie de la Luna durante las misiones Apollo.

Madrid Space Station

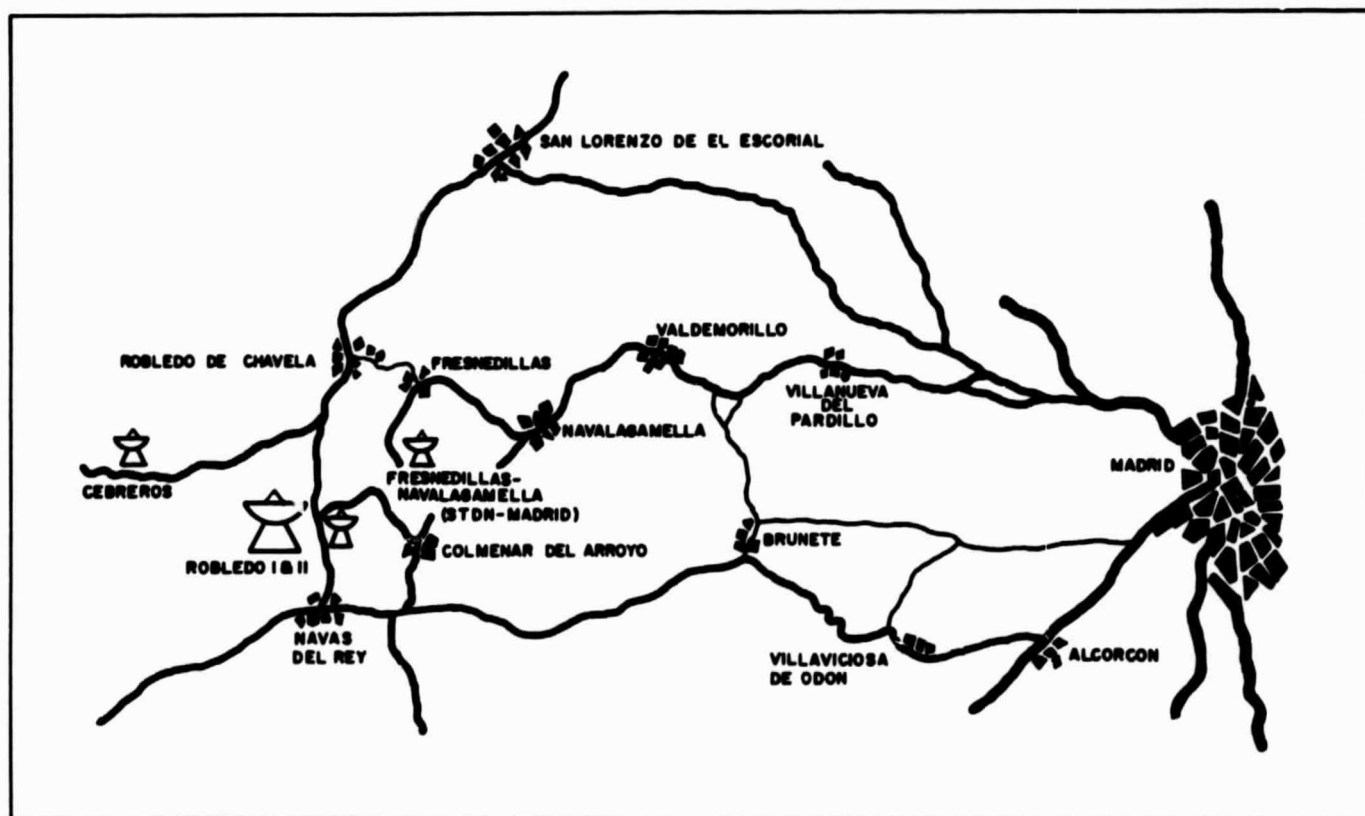
The Madrid Space Station was created and operates under the bilateral agreements established between the United States of America and the Spanish Governments. These agreements were signed on January 29, 1964, and October 11, 1965, by both nations for mutual cooperation in the scientific investigation of outer space (the moon, the planets, interplanetary space, and near-earth space).

The Station is composed of four facilities (Robledo I, Cebreros, Fresnedillas, and Robledo II), each of which is named after a nearby town.

Each facility has been designed as a separate and independent operational center and has all the necessary elements to function with complete autonomy (antenna, electronic equipment, support services, etc). During 1975, for example, there were moments when Robledo I was tracking Pioneer 11 on its way to Saturn, the Cebreros facility was linked to Helios 1 then in orbit around the sun, while Robledo II was receiving pictures of Mercury transmitted by Mariner 10, and the Fresnedillas facility was receiving scientific data from the automatic ALSEP laboratories left on the moon by the Apollo 12, 14, and 15 astronauts.

La Estación Espacial de Madrid—plano general de situación

Madrid Space Station—general map



Organizaciones que cooperan

INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial)

El INTA, Organismo Autónomo del Ministerio del Aire, es un centro nacional de carácter científico, técnico y experimental dedicado al estudio, investigación, inspección y normalización de temas aeroespaciales.

Fué creado por decreto en 1942. En sus instalaciones de Torrejón de Ardoz trabajan unas mil personas. Su organización, laboratorios y personal especializado están al servicio de toda la industria nacional. Mantiene estrechas relaciones con otros centros científicos extranjeros: NASA, ESA, CNES, AFOSR, etc. Es también el Organismo Tecnológico de la Comisión Nacional de Investigación del Espacio.

NASA (National Aeronautics and Space Administration—Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio)

Fué creada en 1958 por el Congreso norteamericano, con el fin de investigar los problemas relativos a los vuelos en la atmósfera terrestre y en el espacio. El Congreso declaró también que las actividades espaciales deberían dedicarse a objetivos pacíficos, para el beneficio del género humano.

Además de los importantes proyectos de desarrollo e investigación de vuelos dentro de la atmósfera de la Tierra, NASA dirige programas espaciales en cuatro ramas diferentes: vuelos espaciales, investigación y tecnología de vanguardia, aplicaciones científicas espaciales, y seguimiento y adquisición de datos.

GSFC (Goddard Space Flight Center—Centro de Vuelos Espaciales Goddard)

El GSFC, situado en Greenbelt, Maryland, es un Centro que puede coordinar y llevar a la práctica un proyecto espacial (no tripulado) completo, desde la construcción del propio vehículo espacial hasta el análisis científico de los datos por él obtenidos, incluyendo las pruebas de seguridad funcional, la operación de los centros y redes de comunicaciones para la obtención de datos desde el espacio, etc.

Misión muy importante de este Centro es operar la red STDN de estaciones espaciales de seguimiento de cobertura mundial para vuelos tripulados o sin tripular y la Red NASCOM de intercomunicaciones entre estaciones espaciales y con sus centros de control que une tanto las estaciones de la red STDN antes mencionada, con las de la red DSN de la que se habla en los próximos párrafos. Esta red NASCOM permite la transmisión y recepción de mensajes escritos, facsimil, voz y señales de teledifusión y telemando por líneas de alta velocidad.

Cooperating Organizations

INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial—National Institute of Aerospace Technology)

INTA is an autonomous organization of the Spanish Air Ministry. As a national center, it is dedicated to the scientific, technical, and experimental aspects related to the study, investigation, inspection, and standardization of aerospace projects.

INTA was created by decree in 1942, and presently employs about 1000 people at Torrejón. The Institute, its laboratories, and qualified personnel are at the disposal of the national industry.

Internationally, INTA maintains close contact with NASA, ESA, CNES, AFOSR, etc., while in Spain it is the technological organization of the National Commission for Space Research.

NASA (National Aeronautics and Space Administration)

NASA was created in 1958 by the U.S. Congress, and was directed to "provide for research into the problems of flight within and outside the earth's atmosphere." Congress further stipulated that "activities in space should be devoted to peaceful purposes for the benefit of mankind."

In addition to the important research and development projects of flight within the earth's atmosphere, NASA conducts space programs in four major sectors: manned space flight, space science and applications, advanced research and technology, and tracking and data acquisition.

GSFC (Goddard Space Flight Center)

Located in Greenbelt, Maryland, this center may coordinate and undertake a complete space project (unmanned). Its capacity ranges from the construction of the spacecraft to the scientific analysis of the data received by the vehicle, and includes testing as well as the operation of communications networks for data retrieval.

One important mission of this center is the operation of the world-wide STDN Network for manned and unmanned flights and the NASCOM Network for intercommunications between the facilities and the control centers. These centers link the previously mentioned STDN with the DSN. The NASCOM Network permits the transmission and reception of written messages, facsimile, voice, telemetry, and commands via high-speed lines.

JPL (Jet Propulsion Laboratory— Laboratorio de Propulsión a Reacción)

JPL empezó en los años 1930 como parte del Laboratorio Aeronáutico Guggenheim del Instituto Tecnológico de California, estudiando la aplicación de cohetes de propulsión sólida y líquida. Después formó parte del equipo que lanzó con éxito el primer satélite norteamericano Explorer I. En diciembre de 1958, se asoció con NASA para la exploración no tripulada de la Luna, los planetas y el espacio interplanetario. Con la Red del Espacio Lejano DSN ha participado en los proyectos Ranger, Surveyor, Mariner, Apollo, Lunar Orbiter, Pioneer, Helios y Viking.

Redes de estaciones: DSN y STDN

La NASA utiliza dos redes de adquisición y seguimiento:

1. La DSN (Deep Space Network o Red del Espacio Lejano), utilizada para la exploración científica de la Luna, los planetas y el espacio Interplanetario, funciona bajo la dirección técnica del Laboratorio de Propulsión a Reacción JPL. Tiene estaciones en los Estados Unidos (Goldstone, California), Australia (Canberra) y España (Instalaciones de Cebreros, Robledo I y Robledo II). La estratégica situación de estas estaciones permite el seguimiento ininterrumpido de vehículos espaciales lejanos, a pesar de la rotación de la Tierra. Su centro de control está en el JPL en Pasadena (California). Ha intervenido en los proyectos Ranger, Lunar Orbiter, Surveyor, Mariner, Pioneer, Apollo, Helios y Viking.

JPL (Jet Propulsion Laboratory)

JPL started in the 1930's as part of the Guggenheim Aeronautical Laboratory of the California Institute of Technology, studying the application of liquid and solid propellant rockets. Later, JPL was a member of the team that successfully launched the first U.S. satellite, Explorer I. In December 1958, JPL associated with NASA, and its mission became the unmanned exploration of the moon, the planets, and interplanetary space and the designing, construction, and operation of the Deep Space Network, which has successfully supported the Ranger, Surveyor, Mariner, Apollo, Lunar Orbiter, Pioneer, Helios, and Viking projects.

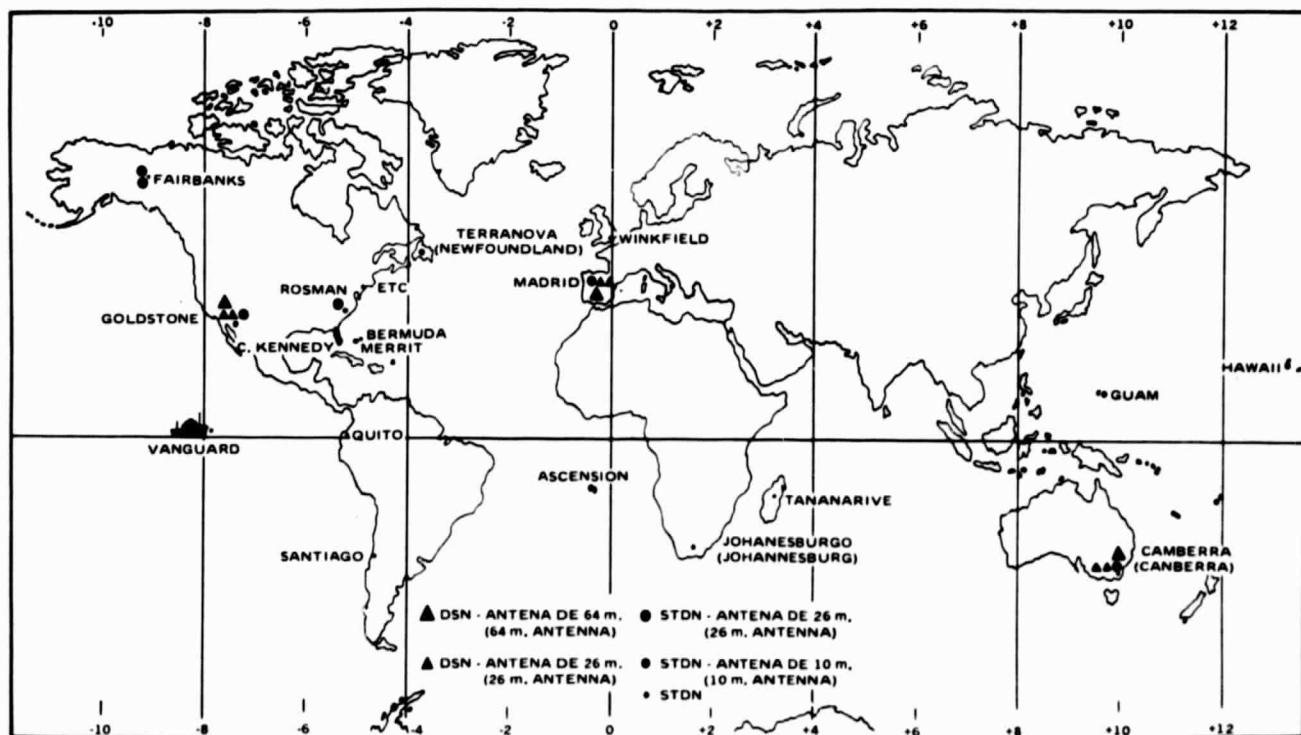
Station Networks: DSN and STDN

NASA utilizes two tracking and data acquisition networks:

1. The Deep Space Network (DSN) is used for the scientific exploration of the moon, the planets, and interplanetary space. It is operated under the technical direction of the Jet Propulsion Laboratory and has stations in the United States (Goldstone, California), Australia (Canberra), and Spain (Cebreros, Robledo I, and Robledo II). The strategic locations of these stations permit continuous tracking of space vehicles despite the earth's rotation. The network control center is at JPL in Pasadena (California), and the network itself has participated in the Ranger, Lunar Orbiter, Surveyor, Mariner, Pioneer, Apollo, Helios, and Viking projects.

Las redes de estaciones de la NASA

NASA station networks



2. La red STDN (Spaceflight Tracking and Data Network o Red de Seguimiento y Adquisición de Datos de Vuelos Espaciales), utilizada básicamente para vuelos tripulados, satélites terrestres y sondas lunares, funciona bajo la dirección del Centro GSFC citado anteriormente y consta de 16 estaciones repartidas por toda la Tierra, entre ellas, la instalación de Fresnedillas-Navalagamella. Su centro de control está en Greenbelt (Maryland). Ha participado en apoyo de los proyectos tripulados Mercury, Gemini, Apollo, Skylab, Apollo-Soyuz y un gran número de satélites científicos y de aplicaciones terrestres.

¿Cómo es una Instalación?

Las cuatro instalaciones de Madrid, aunque diferentes en aspecto exterior, realizan funciones básicamente similares; ello permite en algunos casos usar una de ellas en una misión espacial encomendada a otra.

Cada instalación dispone de:

- Edificios en los que se alojan los equipos eléctrico, electrónico e hidráulico necesarios para un seguimiento espacial de gran precisión y sistemas que proporcionan calefacción, ventilación, alumbrado, agua, protección contra incendios y energía a los equipos y sistemas utilizados (computadores, receptores especiales, sistemas analógicos y digitales, transmisores en banda S, televisión en blanco y negro y en color, subpatrones de tiempos, amplificadores MASER, equipos de comunicaciones, etc.) y del personal encargado de operar, calibrar y mantener dichos equipos.

Se incluyen además laboratorios, catería, dormitorios, oficinas y planta de energía, siendo cada instalación una unidad completa y autosuficiente.

- Una antena parabólica orientable de 26 o 64 metros de diámetro, capaz de seguir automáticamente vehículos espaciales y recibir sus señales desde cientos de millones de kilómetros, debido a su extraordinaria ganancia, que equivale a aumentar un millón de veces la potencia del transmisor. Estas antenas pueden orientarse a cualquier punto del espacio con precisión de milésimas de grado, a pesar de su enorme peso y dimensiones.
- Uno o dos amplificadores MASER de gran ganancia, que procesan datos con más pureza que cualquiera de los existentes actualmente y requieren una temperatura, generada en la instalación, de 269 grados centígrado bajo cero, es decir, solo 4 grados más alta que la del cero absoluto, a la cual el volumen de un gas se haría cero.

2. The Spaceflight Tracking and Data Network (STDN) is basically concerned with manned space flights, earth satellites, and lunar probes. It operates under the technical direction of the Goddard Space Flight Center and consists of 16 stations (including Fresnedillas) located throughout the world. The network's control center is situated at Greenbelt (Maryland). It has supported the manned Mercury, Gemini, Apollo, Skylab, and Apollo-Soyuz missions, as well as a vast number of scientific and earth applications satellites.

What Is A Facility?

Although the four Madrid facilities are different in appearance, they perform basically similar functions. Thus, in some cases, one facility may be utilized to support a mission assigned to another.

Each facility contains:

- Buildings housing electrical, electronic, and hydraulic equipment; heating, air-conditioning, lighting, water supply, and fire protection systems; power generators for the existing equipment (computers, special receivers, analog and digital systems, S-band transmitters, black and white and color TV, time standards, MASER amplifiers, communications equipment, etc.); and the personnel responsible for operating, calibrating, and maintaining the equipment.

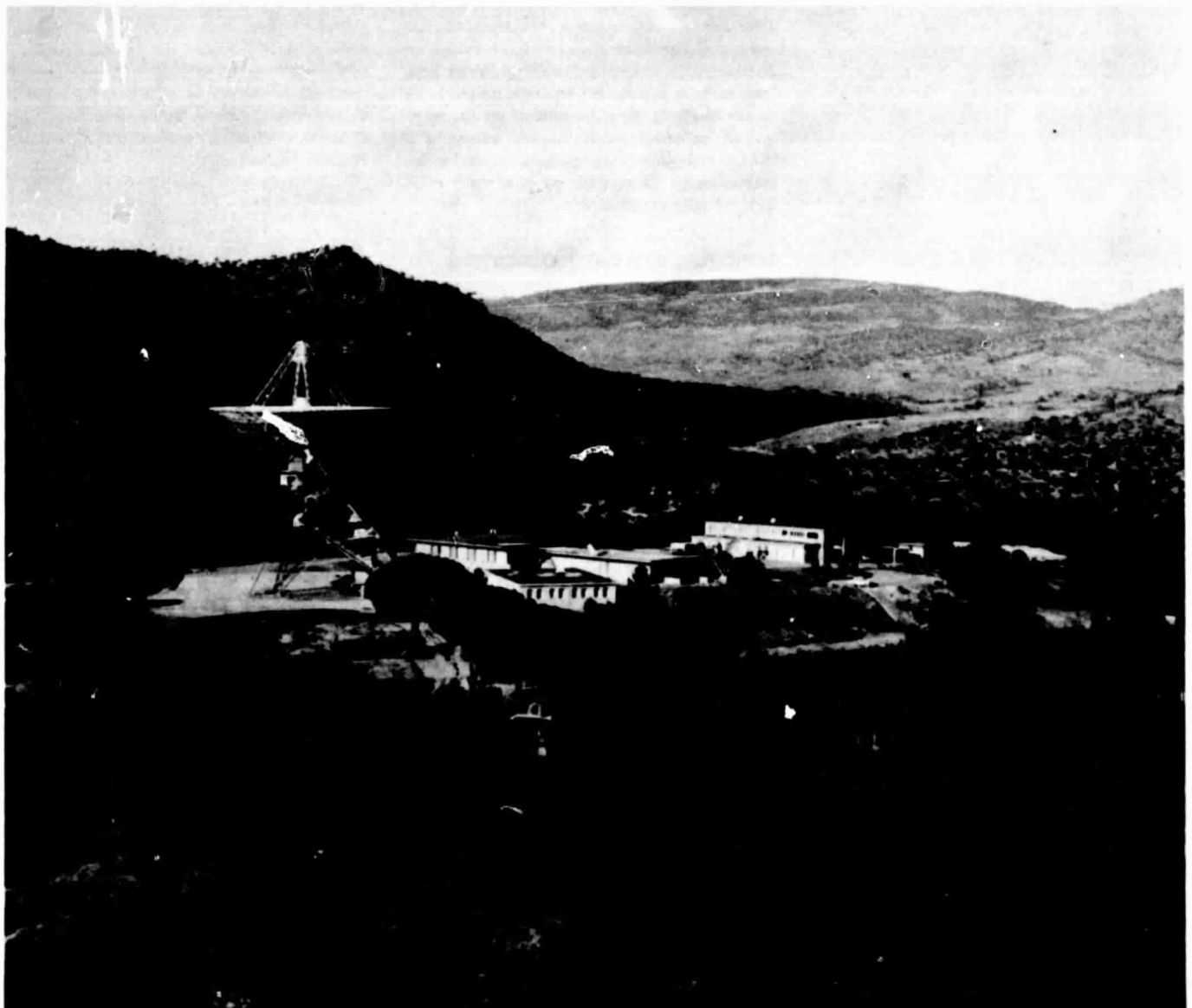
Also included are laboratories, cafeterias, dormitories, offices, and power plants required in order for each facility to act as a complete and self-sufficient unit.

- A special steerable 26- or 64-meter-diameter parabolic antenna, capable of automatically tracking space vehicles and receiving their signals from distances of hundreds of millions of kilometers from earth. This is made possible by the extraordinary gain of these precision instruments, equivalent to increasing transmitted power one million times. Despite their enormous weight, they may be oriented with an accuracy of a few thousandths of a degree to any point in space.
- One or two high-gain MASER amplifiers, which are able to process data, contributing less noise than any other existing type of amplifier. This equipment provides a station-generated temperature of 269 degrees centigrade below zero; that is, only 4 degrees higher than the absolute zero temperature at which gas volume would be reduced to zero.

- Varios receptores ultrasensibles capaces de extraer información de velocidad radial y distancia a vehículos espaciales y recibir los datos científicos, fotografías, televisión, etc., que estos envían.
- Equipos generadores y sincronizadores de tiempo cuya exactitud es tal, que adelantarían o retrasarían menos de un minuto en 200.000 años de funcionamiento.
- Impresoras ultrarápidas capaces de leer datos de ingeniería e imprimirlos a unas 80.000 letras por minuto.
- Una plantilla de técnicos altamente especializados capaces de utilizar, calibrar, reparar y mantener cualquier equipo de la instalación, comunicarse con personal americano por líneas de voz y proporcionar una gran seguridad de funcionamiento en sus actividades conjuntas con el centro de operaciones y otras estaciones de ultramar.
- Several ultrasensitive receivers capable of extracting vehicle information consisting of radial velocity and distance, as well as receiving the scientific, photographic, and television data transmitted by these vehicles during their flight.
- Advanced atomic time generators with such precision that it would take them 200,000 years to gain or lose a single minute.
- High-speed printers capable of reading engineering data and formatting them for transmission at a speed of 80,000 characters per minute.
- A staff of highly trained technicians qualified to operate, calibrate, repair, and maintain all station equipment, as well as to communicate with their American counterparts over voice lines, while providing operational coordination during joint activities with the space flight operations center and other overseas stations.

La Instalación de Cebreros

Cebreros facility



Las funciones básicas de una instalación, en contacto con un vehículo espacial, son:

- **Seguimiento**—mantener contacto con el vehículo espacial para producir datos radio métricos a través de los cuales se pueden calcular la posición, velocidad y trayectoria del vehículo y hacer las correcciones necesarias para cambiar su rumbo en pleno vuelo.
- **Telemida**—recibir la información transmitida por los vehículos sobre el estado de los sistemas de a bordo, datos científicos obtenidos, estado de los astronautas—en vuelos tripulados—, transmisiones de televisión, etc.
- **Telemando**—transmitir, cuando es necesario, señales de mando a los citados vehículos espaciales para modificar su trayectoria, variar su orientación, poner en funcionamiento cámaras fotográficas, conectar o desconectar determinados equipos, iniciar, parar o modificar programas de actividades almacenados en la memoria de a bordo, etc.

En el caso particular de vuelos tripulados, reviste especial interés el mantener comunicación con los astronautas, conversando con ellos y enviándoles instrucciones a través de la instalación correspondiente en forma análoga a como puede hablarse con un piloto de avión desde la torre de control de un aeropuerto. Además, como función accesoria y dadas sus especiales características, estas instalaciones se pueden emplear para estudios de radioastronomía.

Instalación de Robledo I (DSS-61)

Robledo I, la más antigua de las instalaciones de la Estación Espacial de Madrid, está integrada en la Red del Espacio Lejano DSN. Entró en servicio en julio de 1965, con el tiempo justo para participar en la recepción de las históricas fotografías de Marte transmitidas por el Mariner 4, las primeras que el hombre obtenía de cerca de otro planeta.

Posteriormente ha cooperado en la exploración de la Luna (proyectos Lunar Orbiter, Surveyor y Apolo) y de los planetas (proyectos Pioneer, Mariner y Viking).

Actualmente, después de varias modificaciones, posee una sala de control combinada con la Instalación de Robledo II (DSS-63).

Robledo I consta de cinco edificios (operaciones, central eléctrica, auxiliar de la antena, laboratorio de calibración y reparaciones y cafetería). Su plantilla actual de unos 130 empleados es totalmente española. En marzo de 1970, NASA transfirió al INTA la responsabilidad de su funcionamiento y conservación.

Está a 62 kilómetros de Madrid y 12 de Robledo de Chavela.

The basic functions of a facility, once in contact with a spacecraft, are:

- **Tracking**—maintaining contact with the spacecraft to generate radio metric data through which its position, velocity, and trajectory may be calculated, so that the corrections necessary to change spacecraft direction during flight may be determined.
- **Telemetry**—receiving information transmitted by the spacecraft. This includes the status of the on-board systems, gathered scientific data, biomedical condition of the astronauts (in manned flights), television transmissions, etc.
- **Commanding**—transmitting, whenever necessary, command signals to spacecraft during flight, so as to modify trajectory, change direction, put photographic cameras in operation, connect or disconnect certain equipment, initiate, stop, or modify programs in the on-board computer, etc.

In the case of manned space flights, special attention is given to maintaining voice communications. Astronauts converse through tracking stations and receive instructions from earth in much the same manner as an airplane pilot is able to communicate with the control tower at an airport. In addition, their special characteristics permit these facilities to perform the auxiliary function of making radioastronomy studies.

Robledo I Facility (Deep Space Station 61)

The first Madrid facility constructed as part of the Deep Space Network became operational in July 1965, just in time to participate in the reception of the historic photographs of Mars transmitted by Mariner 4. These were the first close-up pictures of another planet obtained by man. The facility has also actively participated in the exploration of the moon (Lunar Orbiter, Surveyor, and Apollo projects) and of the planets (Pioneer, Mariner, and Viking projects).

After various modifications, Robledo I now has a conjoint control room with Robledo II (DSS-63).

Robledo I contains five buildings (operations, power plant, hydromechanical, repair and calibration laboratory, and cafeteria). Its present staff consists of 130 employees, all of whom are Spanish. In March 1970, NASA transferred operation and maintenance responsibilities to INTA.

The facility is located 62 kilometers from Madrid and 12 kilometers from Robledo de Chavela.

Sala de control combinada de las Instalaciones de Robledo I y II

Robledo I and II conjoint control room



Instalación de Cebreros (DSS-62)

La instalación de Cebreros está situada en un paraje natural de gran belleza y serenidad, a 81 kilómetros de Madrid y 12 de Cebreros. Entró en servicio en diciembre de 1966. Se construyó como instalación operativamente casi gemela de la de Robledo I. Sus principales elementos eran prácticamente iguales: una antena parabólica de 26 metros de diámetro, un edificio de operaciones con su gran sala de control repleta de modernos equipos electrónicos, un edificio auxiliar de la antena y la central eléctrica.

Integrada en la Red del Espacio Lejano DSN, Cebreros ha participado en la exploración no tripulada de la Luna (proyecto Lunar Orbiter), de los planetas Marte, Venus, Mercurio (proyecto Mariner) y Jupiter (proyecto Pioneer) y del espacio interplanetario (proyectos Pioneer y Helios).

Está totalmente operada por personal español desde 1969, año en que NASA transfirió oficialmente al INTA la responsabilidad de su funcionamiento y conservación, en ceremonia a la que asistieron importantes personalidades españolas y norteamericanas. La plantilla actual de esta instalación es de unas 60 personas, que distribuidas en turnos la pueden mantener día y noche en servicio.

Cebreros Facility (Deep Space Station 62)

This facility is located amid a beautiful and quiet landscape 81 kilometers from Madrid and 12 from the village of Cebreros. In terms of equipment, Cebreros was designed almost as a twin of Robledo I. Its principal elements are practically identical to those of the first Madrid facility: a 26-meter-diameter parabolic antenna, an operations building fitted with a large control room containing the most modern electronic equipment, a hydromechanical support building, and a power plant.

The Cebreros facility forms part of the Deep Space Network and has actively participated in the unmanned exploration of the moon (Lunar Orbiter project) and the planets Mars, Venus, Mercury (Mariner project), and Jupiter (Pioneer project), as well as interplanetary space (Pioneer and Helios projects).

The facility became operational in 1966 and has been operated totally by Spanish personnel since 1969. In that year NASA officially transferred the responsibility for its operation and maintenance to INTA in a colorful ceremony attended by many American and Spanish dignitaries. The Cebreros facility staff presently consists of about 60 employees, who can maintain the facility in operation 24 hours a day.



Interior de la Instalación de Cebreros



Interior de la Instalación de Fresnedillas-Navalagamella

Interior of the Fresnedillas-Navalagamella facility

Instalación de Fresnedillas-Navalagamella (STDN-Madrid)

Esta tercera Instalación de la Estación Espacial de Madrid entró en servicio en el año 1967 y fue construida al mismo tiempo que las estaciones correspondientes de Australia y California, para asegurar el contacto directo e ininterrumpido con los astronautas durante las misiones lunares, a pesar de la rotación de la Tierra.

Está dotada de una antena de 26 metros de diámetro que puede trabajar simultáneamente en las proximidades de los 2 GHz y de los 400 MHz gracias a su subreflector dicróico (transparente a ciertas frecuencias). Los preamplificadores son del tipo MASER y paramétrico y funcionan en doble canal cada uno de ellos, para la captación de señales en la modalidad de diversidad. Su característica fundamental es la gran capacidad de su canal de información que le permite recepción de datos a una velocidad del orden de los 200 kilobits por segundo, pudiendo mantener simultáneamente un canal de televisión en color directo con las naves espaciales.

Debido a la multiplicidad de misiones espaciales en la que participa, esta Instalación está dotada de equipo muy variado para poder adaptarse a las necesidades de los distintos vehículos espaciales que se comunican a través de ella.

La Instalación de Fresnedillas está integrada en la red STDN de la NASA y viene realizando un papel primordial en todos los vuelos tripulados (Apollo, Skylab, Apollo-Soyuz) habiendo sido durante de cientos de horas el principal contacto de los astronautas con tierra.

Está situada a unos 56 kilómetros de Madrid, a sólo 4 de Fresnedillas de la Oliva y a 9 de Navalagamella y está operada las 24 horas del día y los 7 días de la semana por un total de unas 150 personas, todas ellas empleados del INTA.

Fresnedillas-Navalagamella Facility (STDN-Madrid)

This third Madrid Space Station facility went into operation in 1967 and was built at the same time as its counterpart stations in Australia and California. Its mission was to ensure direct and continuous contact with the astronauts during lunar missions despite the earth's rotation.

The station contains a 26-meter-diameter antenna capable of operating simultaneously at 2 GHz and 400 MHz because of its dichroic subreflector. The preamplifiers are MASER and parametric type which operate in double channel for signal reception in "diversity" mode. Their principal characteristic is the large capacity of the information channel that permits a data reception rate of approximately 200 kilobits per second while maintaining a color television link with the spacecraft.

Because of the varied mission support rendered by the STDN, this station is provided with diversified equipment capable of meeting the requirements of the different spacecraft to be supported.

The Fresnedillas facility forms part of the NASA STDN Network and has been playing an important role in all the manned space flights (Apollo, Skylab, Apollo-Soyuz) in addition to representing the main communications link between the astronauts and earth for hundreds of hours.

It is located about 56 kilometers from Madrid, 4 from Fresnedillas de la Oliva, and 9 from Navalagamella. The facility is operated 24 hours a day, 7 days a week by approximately 150 persons, all employed by INTA.



Instalación de Robledo II (DSS-63)

Se empezó a construir a mediados de 1970, dentro del mismo recinto de la de Robledo I. El situar juntas ambas Instalaciones permite compartir el uso de ciertos servicios, reduciéndose así el coste inicial de las obras y el de su posterior funcionamiento. Su entrada en servicio tuvo lugar en septiembre de 1973.

Utiliza una gigantesca antena parabólica de 64 metros de diámetro, 7 000 toneladas de peso total y de altura equivalente a un edificio de 21 pisos, que puede girar y orientarse hacia cualquier punto del espacio.

La construcción de esta Instalación llevó consigo importantes ampliaciones en edificios y equipos. Se acondicionó una gran sala de control para alojar modernos receptores y transmisores en banda S, y computadores y equipos analógicos y digitales; además se amplió la central eléctrica hasta 4 850 kilovatios y se construyeron modernos laboratorios, un transmisor más potente, etc.

Esta nueva Instalación de la red DSN aumentó extraordinariamente las posibilidades actuales de comunicación con vehículos espaciales, permitiendo recibir mayor información por unidad de tiempo y mantener comunicación con dichos vehículos a distancias de miles de millones de kilómetros de la Tierra.

Robledo II Facility (Deep Space Station 63)

Construction of this facility began in mid-1970. Its installation within the Robledo I area has the dual purpose of reducing initial construction costs and subsequent operating expenses as well as allowing common use of certain services. Robledo II became operational in September 1973.

The facility employs a huge 64-meter-diameter antenna weighing 7000 tons, equivalent in height to a 21-story building, and capable of being oriented to any point in space.

The construction of the new facility required considerable modifications to existing buildings and equipment. In the control room, these modifications include the installation of modern S-band receivers and transmitters, computers, and analog and digital subsystems.

General modifications consisted of increasing the power generation capacity to 4850 kilowatts, constructing modern laboratories, installing a more powerful transmitter, etc.

This new Deep Space Network facility has greatly increased communication capability with space vehicles by receiving more information per unit of time and maintaining communications with spacecraft billions of kilometers from earth.

Vista general de las Instalaciones de Robledo I y Robledo II

Overall view of Robledo I and Robledo II

Centro de Comunicaciones de la NASA

NASA tiene acceso directo, automático e instantáneo a sus estaciones espaciales repartidas por todo el mundo, para poder transmitir y recibir voz, mensajes escritos, facsímil y datos científicos codificados, relacionados con la adquisición, el seguimiento y la transmisión de órdenes a vehículos espaciales tripulados y no tripulados.

Esto se logra mediante una tupida red de comunicaciones (NASCOM) que utiliza líneas de alta y baja velocidad, teletipos, enlaces de microondas, cables de video, satélites de comunicaciones, cables submarinos, computadores IBM y UNIVAC, etc. De esta red forma parte el centro de comunicaciones de Madrid, situado en un edificio independiente, dentro del recinto de las Instalaciones de Robledo I y II. En él se concentra y distribuye el tráfico entre las instalaciones en los Estados Unidos, la Estación Espacial de Madrid y la mayoría de las estaciones y centros relacionados con NASA en la zona europea y africana, como Johannesburgo, Isla Ascensión, Plataforma San Marco en Kenia, ESOC en Darmstadt (Alemania), y GSOC en Oberpfaffenhofen (Alemania).

Los enlaces de este centro de comunicaciones se efectúan a través de circuitos proporcionados, operados y mantenidos por la Compañía Telefónica Nacional de España.

NASA Communications Switching Center

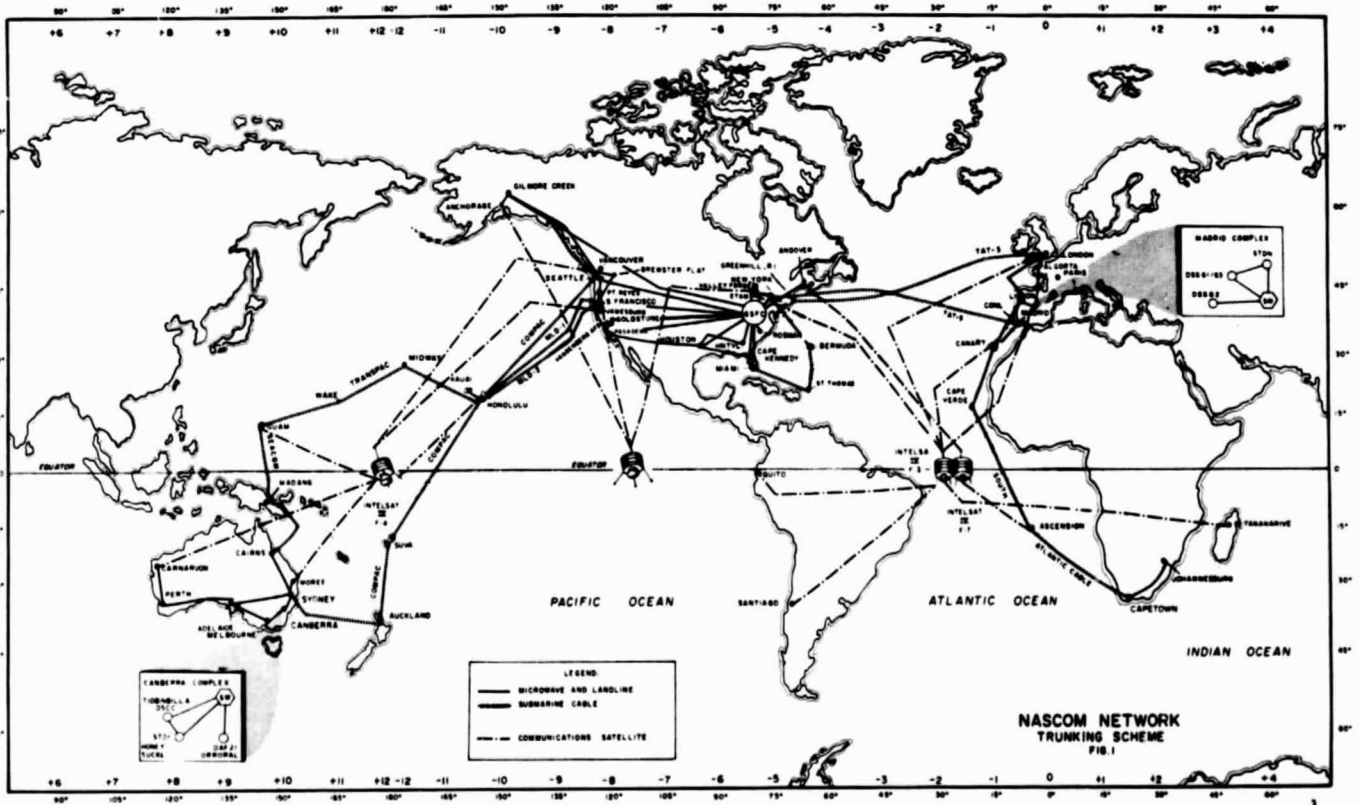
In order to communicate with manned and unmanned spacecraft at lunar or planetary distances, NASA requires automatic, instantaneous, and direct access to all its space stations around the world. These data may take the form of voice or written messages, or they may be facsimile and coded scientific data related to spacecraft acquisition, tracking, and command transmissions.

To accomplish this, NASA has established an integrated and sophisticated communications network (NASCOM) utilizing high- and low-speed data lines, teletypes, microwave links, video lines, communication satellites, underwater cables, IBM and UNIVAC computers, etc. A switching center of this network is located in Madrid, installed in an independent building within the Robledo I-II facility area. Its activities include the distribution of traffic among the United States and Spanish facilities, and most of the stations and centers in Europe and Africa, such as Johannesburg, Ascension Island, San Marco in Kenya, ESOC in Darmstadt (Germany), and GSOC in Oberpfaffenhofen (Germany).

All communication links in this switching center are conducted through the line circuits operated, maintained, and provided by the Compañía Telefónica Nacional de España.

La red de comunicaciones de la NASA (NASCOM)

NASA Communications Network (NASCOM)



Misiones en que ha participado la Estación

La Estación Espacial de Madrid, a través de alguna o algunas de sus instalaciones, ha participado activamente en todas las misiones de la NASA hacia el espacio lejano que han tenido lugar desde la entrada en servicio de su primera instalación—la de Robledo I en julio de 1965 (y también en numerosas misiones en órbita terrestre).

Entre estas misiones cabe destacar:

■ *Lunar Orbiter*

Mediante cinco lanzamientos, efectuados entre agosto de 1966 y agosto de 1967, se consiguieron poner en órbita alrededor de la Luna a otros tantos vehículos, que fotografiaron con gran resolución—del orden de un metro—zonas preseleccionadas de la superficie lunar. Su objetivo era ir preparando la llegada del hombre a la Luna obteniendo fotografías detalladas, que permitiesen seleccionar el punto más adecuado para el alunizaje de los primeros astronautas.

También se obtuvieron fotografías de menor resolución de extensas áreas de la Luna, incluyendo la cara oculta, de la que apenas se tenía información. Prácticamente se consiguió cubrir casi toda la superficie lunar.

La Instalación de Robledo I tuvo una activa participación en las misiones Lunar Orbiter 1 y 2. Pero tan pronto entró en servicio la Instalación de Cebreros, se hizo cargo de este proyecto, participando en los vuelos de Lunar Orbiter 3, 4 y 5.

El 23 de agosto de 1966 la Instalación de Robledo I recibió como primicia mundial una histórica fotografía. En ella se veía por primera vez a la Tierra como cuerpo celeste aislado en el espacio, con la superficie lunar en primer plano.

■ *Surveyor*

De un total de siete lanzamientos efectuados entre mayo de 1966 y enero de 1968, se consiguió que cinco vehículos Surveyor se posaran suavemente en la superficie lunar.

Con los aparatos de que iban provistos, la cámara de televisión y la pala excavadora algunos de ellos, se pudo obtener información importantísima sobre la Luna: dureza, color, espesor de la capa de polvo, abundancia de pequeños cráteres, existencia de rocas y tamaño de las mismas, etc. Todo ello era vital para poder preparar con garantías razonables de éxito el primer viaje del hombre a la Luna.

Station Mission Participation

Through one or more of its facilities, the Madrid Space Station has actively participated in all NASA deep space missions that have been supported since its first facility, Robledo I, became operational in July 1965. (It has also supported numerous earth-orbital missions.)

These have included:

■ *Lunar Orbiter*

Between August 1966 and August 1967, five spacecraft were successfully launched and put into orbit around the moon. These space vehicles were responsible for taking high-resolution pictures of predetermined areas in which objects as small as 1 meter in size were observed. The principal objective of these flights was to obtain sufficiently detailed photographs to enable the selection of the most favorable moon landing areas for the first astronauts.

The five spacecraft took and sent to earth tracking stations photographs of extensive lunar areas, so that practically the entire lunar surface was mapped. They also photographed the back side of the moon, on which little information previously existed.

The Robledo I facility played an active role in the Lunar Orbiter 1 and 2 missions, until the Cebreros facility became operational. Thenceforth, the latter took over the project, and participated in the Lunar Orbiter 3, 4, and 5 flights.

On August 23, 1966, the Robledo I facility directly received a historically significant photograph of the earth, showing it as an isolated celestial body in space, with the lunar surface in the foreground.

■ *Surveyor*

Of the seven Surveyors launched between May 1966 and January 1968, five successfully soft-landed on the moon's surface.

Equipped with television cameras, soil mechanics surface samplers, and other scientific devices, these spacecraft were able to obtain considerable and very important lunar information, such as ground hardness and color, dust layer thickness, presence of small craters and rocks and their size, etc. All these data were vital to the success of the first manned flight to the moon.



Fotografía de la Tierra con la superficie lunar en primer plano obtenida por el Lunar Orbiter

Lunar Orbiter photograph of earth with the lunar surface in the foreground

La instalación de Robledo I tuvo una destacada participación a lo largo de todo el proyecto Surveyor. Transmitió un total de 64.928 órdenes a los vehículos y recibió de ellos 22.405 fotografías de la superficie lunar, incluyendo fotografías de las huellas dejadas por las patas de algunos de estos vehículos al posarse en la Luna y de las pequeñas zanjas que hicieron éstos con sus palas excavadoras.

■ Apollo

El proyecto Apollo ha sido la culminación de una serie de proyectos preparatorios, como fueron los Ranger (1961-1965), Lunar Orbiter, Surveyor, Mercury (1961-1963) y Gemini (1965-1966). Con estos dos últimos se estudió el comportamiento del hombre en el espacio, se ensayó la técnica de acoplamiento en órbita terrestre de dos vehículos lanzados independientemente y los astronautas efectuaron actividades extravehiculares.

El primer vehículo tripulado dentro del proyecto Apollo fué el Apollo 7 (octubre de 1968), que permaneció 11 días en órbita terrestre.

El Apollo 8 (diciembre de 1968) efectuó el primer vuelo circunlunar. Por primera vez seres humanos pudieron ver directamente la cara oculta de la Luna.

Los Apollo 9 (marzo de 1969) y Apollo 10 (mayo de 1969) tuvieron carácter preparatorio de la gran misión Apollo 11 (julio de 1969), con la que el hombre consiguió la histórica meta de poner su pie en la Luna.

Los seis Apollos siguientes fueron todas misiones lunares. Se exploraron nuevas zonas, se recogieron muestras del terreno, se tomaron fotografías, se transmitieron imágenes de televisión y se desplegaron laboratorios automáticos ALSEP, que seguían enviando datos científicos a la Tierra después del regreso de los astronautas.

The Robledo I facility again played an essential role, this time in the Surveyor program, by transmitting a total of 64,928 commands to the lunar spacecraft and receiving 22,405 photographs of the moon's surface. The photographs included such pictures as the footpad imprints made by Surveyor 3 as it bounced about a foot before coming to rest on the moon, and the trenches made by the soil samplers.

■ Apollo

The Apollo program has been the culmination of the preparatory Ranger (1961-1965), Lunar Orbiter, Surveyor, Mercury (1961-1963), and Gemini (1965-1966) projects. The last two were devoted to the study of human behavior in space and the testing of space vehicle dockings in an earth orbit by independently launched spacecraft. Extravehicular activities were also conducted by astronauts.

The first manned vehicle of the project was Apollo 7 (October 1968), which remained in an earth orbit for 11 days.

Apollo 8 (December 1968) was the first manned space vehicle to orbit the moon. For the first time in history, man was able to see the back side of the moon directly.

The Apollo 9 (March 1969) and Apollo 10 (May 1969) spacecraft led the way for the memorable Apollo 11 mission (July 1969), in which man reached the historic goal of setting foot on the moon.

The six subsequent Apollo missions were dedicated to the exploration of new lunar areas, obtaining terrain samples, taking photographs, the transmission of television pictures, and the setting up of ALSEP automatic laboratories, which continue sending scientific data to earth since the departure of the astronauts.



La nave Skylab en órbita terrestre

The Skylab in earth orbit

■ Mariner—Marte

Para la exploración del planeta Marte, la NASA efectuó un primer lanzamiento en 1964, el Mariner 4, que pasó a unos 10.000 kilómetros del planeta y envió las primeras fotografías de cerca de su superficie. En 1969 envió dos vehículos gemelos, los Mariner 6 y Mariner 7, que continuaron la misión fotográfica y científica. Y en 1971, con el Mariner 9, se consiguió poner el primer satélite artificial en órbita alrededor de otro planeta. La enorme cantidad de información científica y fotográfica transmitida por éste tiene un valor realmente incalculable.

■ Mariner—Venus y Mercurio

Desde 1965 la NASA ha lanzado dos vehículos—el Mariner 5 en 1967 y el Mariner 10 en 1973—que han pasado cerca del planeta Venus y han transmitido a la Tierra valiosa información sobre la atmósfera de este planeta y sobre su espacio circundante.

El Mariner 10, después de sobrevolar Venus, siguió en órbita alrededor del Sol y pasó cerca del planeta Mercurio. Ha sido el primer vehículo espacial que ha explorado sucesivamente dos planetas, utilizando la atracción del primero (Venus) como ayuda para llegar al segundo (Mercurio). Y ha sido también el primer vehículo que ha sobrevolado repetidamente un mismo planeta, pues pasó cerca de Mercurio en marzo de 1974, en septiembre del mismo año y en marzo de 1975. El Mariner 10 ha obtenido excelentes fotografías de Mercurio y otros datos de extraordinario interés científico.

■ Mariner—Mars

For the exploration of Mars, NASA launched its Mariner 4 in 1964. This spacecraft passed about 10,000 kilometers from the planet and sent back the first close-up pictures of its surface. In 1969, the twin spacecraft, Mariner 6 and 7, were launched in a dual mission to continue the photographic and scientific investigation. In 1971, Mariner 9 accomplished the objective of being the first artificial satellite in orbit around another planet. The value of the enormous amount of scientific and photographic information transmitted by this man-made Martian satellite is incalculable.

■ Mariner—Venus and Mercury

Since 1965, NASA has launched two spacecraft, Mariner 5 in 1967 and Mariner 10 in 1973, which have approached Venus and transmitted valuable information regarding the planet's atmosphere and surrounding space back to earth.

After a flyby of Venus, Mariner 10 continued into orbit around the sun, passing near Mercury. This has been the first spacecraft to explore two planets successively, employing the gravity of the first (Venus) to reach the second (Mercury). It has also been the first spacecraft to encounter the same planet more than once by flying by Mercury in March and September 1974 as well as in March 1975. Mariner 10 has obtained excellent photographs of Mercury and other interesting scientific data.

■ Pioneer—Jupiter

La exploración de Jupiter se inició con el vehículo espacial Pioneer 10, lanzado por la NASA el 3 de marzo de 1972 y que, después de casi 2 años de viaje, pasó cerca del planeta el 4 de diciembre de 1973. Un año después, el Pioneer 11, vehículo gemelo del Pioneer 10, repitió la hazaña, si bien se acercó hasta 42.000 kilómetros de Jupiter. Los instrumentos científicos montados a bordo de ambos vehículos han permitido efectuar por primera vez numerosas medidas sobre el planeta, su atmósfera, su campo magnético, sus cinturones de radiación, sus satélites, etc.

■ Skylab

Este proyecto ha comprendido un total de cuatro lanzamientos. Mediante el primero, efectuado el 14 de mayo de 1973, se puso en órbita terrestre el taller o laboratorio orbital. Once días después partió la primera tripulación, que permaneció 28 días a bordo. El 28 de julio salió la segunda tripulación, que prolongó su estancia a bordo hasta 59 días. Y, por último, el 16 de noviembre del mismo año inició su misión la tercera tripulación, que regresó a la Tierra 84 días después.

El proyecto en conjunto ha constituido un rotundo éxito. Se han cumplido sus tres objetivos principales, que eran examinar el comportamiento del cuerpo humano durante periodos cada vez más prolongados en el espacio exterior; observar el Sol y estudiar la detección de los recursos terrestres.

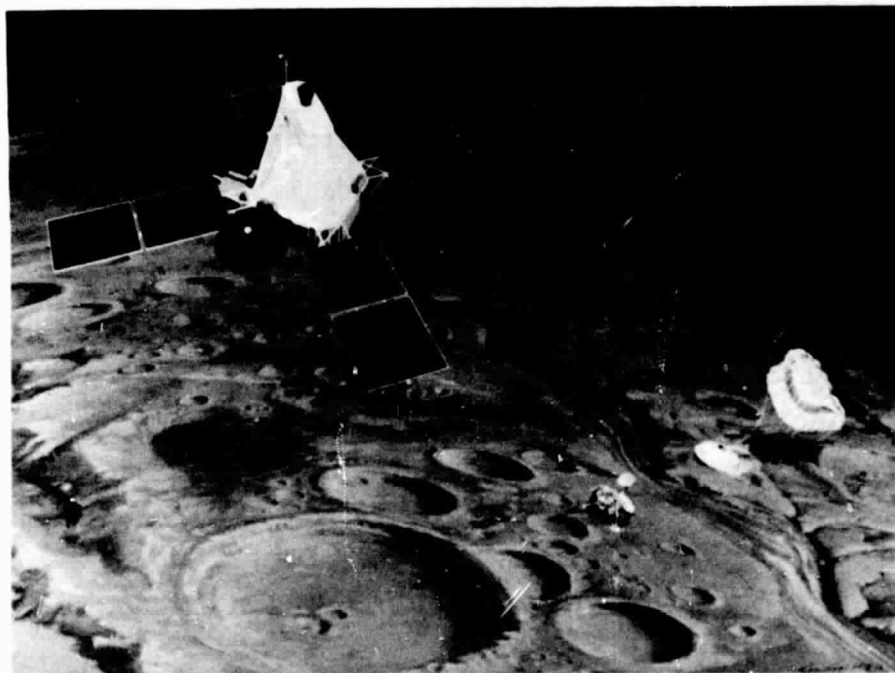
■ Pioneer—Jupiter

The exploration of Jupiter began with the Pioneer 10 spacecraft, launched by NASA on March 3, 1972. After nearly 2 years of travel, it encountered the planet on December 4, 1973. One year later, its sister spacecraft, Pioneer 11, repeated the feat as it approached Jupiter to within 42,000 kilometers. The scientific equipment aboard both spacecraft has made it possible for the first time to measure the planet's atmosphere, magnetic fields, radiation belts, satellites, etc.

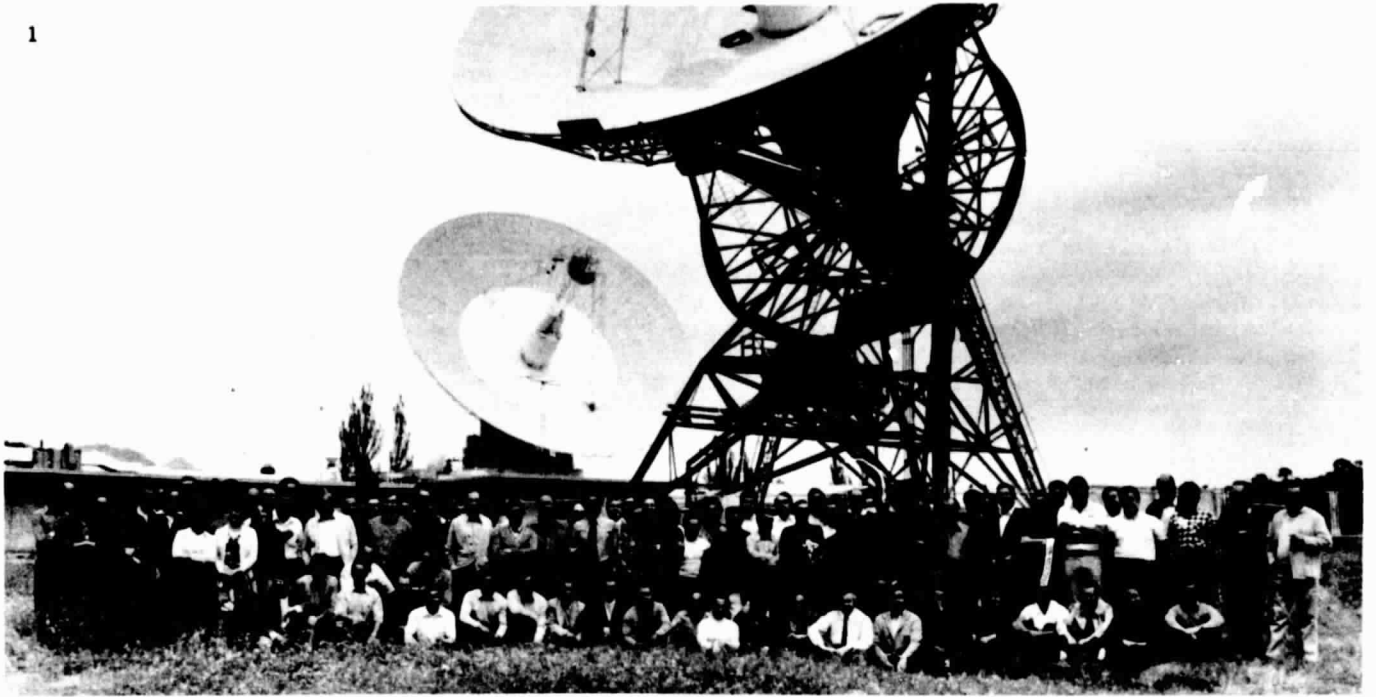
■ Skylab

This project has included a total of four launches. The first (May 14, 1973) put the orbital laboratory into an earth orbit. Eleven days later, the first crew was launched and remained on board for 28 days. On July 28, the second crew departed and extended their stay to 59 days. Finally, on November 16, 1973, the third crew initiated their mission and returned to earth 84 days later.

As a whole, the project has been a complete success and has accomplished its three major objectives: to examine the reaction of the human body over increasingly long periods in space, to observe the sun, and to detect the presence of natural resources on earth.



El Viking se posa en la superficie de Marte



Participación española en el funcionamiento de la Estación

La participación española se efectúa a través del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), que actúa en nombre de la Comisión Nacional de Investigación del Espacio (CONIE).

El montaje inicial de la Estación se realizó fundamentalmente por técnicos norteamericanos, por tratarse en su mayoría de equipos con los que el personal español no estaba familiarizado. Pero desde el primer momento el INTA, con la eficaz ayuda y cooperación de NASA Hq., JPL y GSFC, puso en marcha un programa destinado a reclutar y entrenar personal técnico español, para ir paulatinamente reemplazando con él al personal norteamericano.

De acuerdo con este programa, el número de empleados del INTA en la Estación ha ido creciendo progresivamente. Su entrenamiento se ha efectuado básicamente en las propias instalaciones, si bien numerosos técnicos han seguido cursos en los Estados Unidos, en Centros de la NASA. Este personal, una vez completada su formación, se ha ido haciendo cargo del funcionamiento de los múltiples y complejos equipos que existen en las distintas instalaciones. En una fase posterior, ha ido ocupando puestos directivos intermedios.

Resultado de todo ello es que el INTA, de común acuerdo con NASA y JPL, se hizo cargo con su personal en el año 1969 del funcionamiento y conservación de la instalación de Cebreros; y posteriormente, en 1970, de la instalación de Robledo I; en 1972, de la instalación de Fresnedillas; y, por último, en 1973, de la instalación de Robledo II, desde su misma entrada en servicio. Actualmente todo el personal permanente que trabaja en estas instalaciones es personal español dependiente del INTA.

La plantilla de la Estación es de unos 400 empleados, de los cuales más de la mitad son personal altamente especializado.

Spanish Participation in Station Operations 19

Spanish participation in the operation of the Madrid Space Station is effected through the Spanish National Institute of Aerospace Technology (INTA), which acts in the name of the National Commission for Space Research (CONIE).

As Spanish personnel were initially unfamiliar with the equipment, the erection and testing of the Madrid Space Station were accomplished primarily by American technicians. From the early stages, however, INTA conducted a hiring and training program to gather and prepare Spanish technical personnel, who, with the valuable assistance and cooperation of NASA Headquarters, JPL, and GSFC, efficiently replaced their American counterparts.

As a result of this program, the number of INTA station employees has been steadily increasing. Personnel training on the diverse equipment and in the techniques used has been carried out primarily on site, although numerous employees have attended special courses in the United States at NASA Centers. Upon completion of their training period, these technicians have been progressively taking charge of the sophisticated equipment installed at the various facilities. As familiarization with operations, procedures, tests, and other related aspects increased and operational proficiency was attained, supervisory and other key positions were filled by INTA personnel.

By agreement with NASA and JPL, INTA personnel assumed the responsibility for the maintenance and operation of the Cebreros facility in mid-1969, and in 1970 took charge of the Robledo I facility, followed by the Fresnedillas facility in 1972, and finally, Robledo II as of its inauguration in 1973. Presently, all the personnel assigned to the facilities are Spanish employees contracted by INTA.

The present station staff stands at about 400 employees, half of which are highly specialized.

El personal de la Estación Espacial de Madrid: (1) Robledo I, (2) Cebreros, (3) Fresnedillas-Navalagamella

Madrid Space Station personnel: (1) Robledo I, (2) Cebreros, (3) Fresnedillas-Navalagamella