

## Instituto de astronomía

### Publicaciones Técnicas



---

**“Reporte Técnico”**

**RT-2010-03**

### **RÉPLICA A ESCALA DEL TELESCOPIO DE 2.1 M DEL OAN.**

A. Córdova, M.E. de Lara, B. García, G. Guisa, B. Martínez, M.A. Moreno-Corral, F. Murillo, J.M. Murillo, J.M. Núñez, F. Quiros, C.A. Reyes L., G. Sierra, W. Schuster, J. Valdez.

Julio de 2010

---

## **RÉPLICA A ESCALA DEL TELESCOPIO DE 2.1 m DEL OAN**

A. Córdova, M. E. de Lara, B. García, G. Guisa, B. Martínez, M. A. Moreno-Corral,  
F. Murillo, J. M. Murillo, J. M. Núñez, F. Quiróz, C. A. Reyes, W. Schuster,  
G. Sierra, J. Valdez.

### **RESUMEN**

Este trabajo reporta el término de un proyecto llevado a cabo por la Comisión de Divulgación del IA Campus Ensenada, realizado en el marco del Año Internacional de la Astronomía 2009, consistente en la fabricación de una réplica a escala del telescopio de 2.1m del OAN-SPM. El diseño y construcción se llevó a cabo por personal del grupo de Instrumentación en los talleres de Mecánica de precisión y Electrónica del Instituto de Astronomía campus Ensenada. La motivación fue contar con una maqueta de ese telescopio, que sirva para ilustrar, sobre todo a niños y jóvenes, el funcionamiento de los telescopios que se tienen instalados en el Observatorio.

## INDICE

Antecedentes	1
1.- Introducción	1
2.- Telescopio réplica a escala del telescopio de 2.1m del OAN	2
2.1.- Planos del telescopio	2
2.2.- Descripción general del sistema de movimiento.	3
2.3.- Óptica del telescopio réplica	4
3.- Modo de operación	5
4.- Personal involucrado en la construcción	8
Financiamiento	9
Agradecimientos	9
Referencias	9
Apéndice 1	10

## **Antecedentes**

En el marco del Año Internacional de la Astronomía 2009, la Comisión de Divulgación, integrada por el Dr. J. Manuel Núñez, el M. en C. Marco A. Moreno C., el Dr. William Schuster y la Fís. M. Estela de Lara A., acordaron promover la fabricación de una réplica a escala del telescopio de 2.1 m., que se encuentra en el Observatorio Astronómico Nacional, localizado en la sierra de San Pedro Mártir, del Municipio de Ensenada, Baja California (OAN-SPM) [1]. Los planos y fabricación se realizaron en los talleres de Mecánica de precisión y Electrónica del Instituto de Astronomía campus Ensenada.

Este proyecto tiene como finalidad fortalecer las labores de divulgación que nuestra sede promueve desde los primeros años de su instalación en esta región del país, con el fin de dar a conocer la investigación científica y desarrollo instrumental que el Instituto de Astronomía realiza. La divulgación va dirigida sobre todo a estudiantes, lo mismo de jardín de niños, que de primaria, secundaria, bachillerato y licenciatura así como a la sociedad en general. Dada la ubicación que guarda el OAN-SPM, ubicado a 245 km de la Ciudad de Ensenada [2], en condiciones normales toma entre 4 a 5 horas el recorrido por vía terrestre, lo que hace que sea difícil visitarlo a niños y jóvenes estudiantes, personas de la tercera edad o por personas con capacidades diferentes. La construcción de esta réplica del telescopio 2.1m del OAN, permitirá que tanto escolares como diversos miembros de la sociedad en general, puedan conocer a escala fiel el telescopio más importante de nuestro Observatorio, así como entender los movimientos básicos que realiza para obtener su información de la observación de la bóveda celeste. Desde un principio se pensó que la construcción debería ser robusta, para que el visitante pueda usar el control de mando del telescopio creando un entorno interactivo.

## **1.- Introducción**

Las labores de divulgación en el IA-OAN sede Ensenada [3], han consistido principalmente en conferencias y respuesta directa al público. Las primeras ha propiciado que la población estudiantil de Ensenada y de municipios colindantes se acerquen a nuestra institución, para solicitar información astronómica, no solamente cuando esté próximo a verse un fenómeno celeste (cometas, lluvia de estrellas, eclipses, planetas), sino también para resolver sus dudas acerca de un tema específico, que los libros gratuitos de primaria apenas mencionan. También es frecuente que pregunten sobre el trabajo que hacen los astrónomos en el Observatorio y acerca del universo en general.

Durante el año nos visitan alrededor de 15 escuelas de los diferentes niveles escolares, pero también algunos astrónomos se desplazan a escuelas de la ciudad y de centros educativos de otras ciudades cercanas, para dar conferencias y mostrar el funcionamiento

de algún telescopio portátil, que se lleva con el fin de despertarles el interés por la Astronomía.

La idea fundamental de la divulgación en nuestra institución, es promover la cultura científica en la población, divulgando el conocimiento de la astronomía y ayudando a los estudiantes y profesores en el conocimiento de algún tema astronómico. También es importante dar a conocer la presencia de la Universidad Nacional Autónoma de México en esta entidad federativa y las instalaciones que en ella tiene. Estas acciones han sido exitosas, ya que desde hace años los estudiantes, sus maestros y familiares acuden regularmente a las pláticas que se dan en nuestras oficinas, lo que sin duda ha favorecido la toma de conciencia del público en general sobre lo importante que es cuidar la iluminación del cielo para mantener uno de los mejores sitios en el mundo para hacer astronomía óptica e infrarroja, para beneficio de todos y en particular, del OAN-SPM.

## **2.- Telescopio réplica a escala del telescopio de 2.1m del OAN**

Sin duda por su tamaño y sus capacidades, el instrumento de mayor importancia del OAN-SPM es el reflector Ritchey-Chrétien de 2.1 m., puesto en operación en 1980, razón por la que se tomó la decisión de hacer una réplica de él. Por razones de costo y durabilidad, la mayor parte de sus piezas se fabricaron en aluminio, esto fue con la finalidad de hacer el telescopio menos pesado, y por consiguiente, fácil de transportar. El doctor Juan Manuel Núñez proporcionó el espejo de 8 pulgadas (20.3 centímetros) de diámetro para la óptica principal de este telescopio. Esta dimensión del espejo primario determinó la escala de la réplica, quedando entonces de 1:10.3. Una vez terminado, y con la finalidad de que sea una réplica fiel al original se pintó de los mismos colores que el telescopio de 2.1m del OAN-SPM. Ver figura 1.

### **2.1.- Planos del telescopio.**

La generación de los planos para manufacturar las piezas del telescopio a escala estuvo a cargo del M.I. Gerardo Sierra y del estudiante Cesar A. Reyes Lara. La información necesaria para realizar los primeros bosquejos del telescopio, fue tomada directamente “in situ” en las instalaciones del OAN-SPM y posteriormente se complementó tanto con reportes existentes relacionados con la construcción del telescopio [4], como con planos originales de diseño de la parte mecánica del telescopio.

El diseño mecánico se hizo con el paquete computacional SolidWorks 2009, con el que se crearon los planos de manufactura. Se trazaron 91 planos para el proceso de maquinado, que detallan 173 piezas que son las que componen el proyecto. En el Apéndice 1 se encuentra la lista de planos con cantidades a replicar de cada plano.

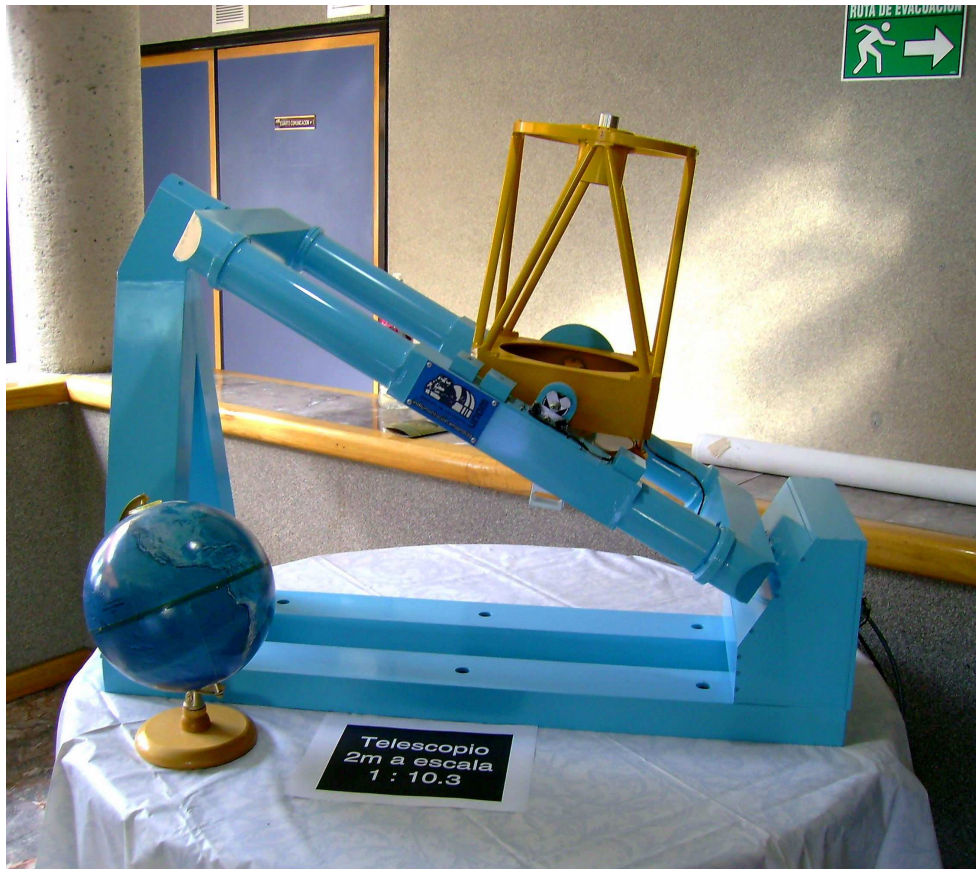


Figura 1. Fotografía de la réplica del telescopio de 2.1m. del OAN-SPM, UNAM., construido por personal del Instituto de Astronomía, UNAM sede Ensenada para apoyar las labores de divulgación de dicha sede.

## 2.2.- Descripción general del sistema de movimientos.

El telescopio de 2.1m tiene una montura de tipo ecuatorial, donde los dos movimientos básicos para que el telescopio pueda observar una estrella son: Ascensión Recta (AR) y Declinación (DEC). Al igual que este instrumento, el telescopio réplica puede realizar los mismos desplazamientos, gracias a dos motores de características adecuadas que fueron instalados en cada uno de los ejes de movimiento. La paleta de control puede ser usada por los estudiantes, lo que ayuda a que entiendan los movimientos requeridos por el telescopio y los límites reales de un instrumento de este tipo. Con el fin de eliminar el juego mecánico y la histéresis que presentaba el acoplamiento de motor y mecánica, se compensó de forma electrónica generando una rampa de velocidad activada por la paleta de control. El sistema de movimientos del telescopio se basa en un controlador de motores lineales dual, el cual está integrado por una microcomputadora (que es bien conocida y hemos usado en otras tareas [5,6]) de la compañía RABBIT y un amplificador 7I30 de la compañía MESA ELECTRONICS. Los movimientos del telescopio se realizan

por medio de una paleta (control de mano). En la figura 2 se muestra un diagrama general del sistema de control para los movimientos AR y DEC del telescopio réplica.

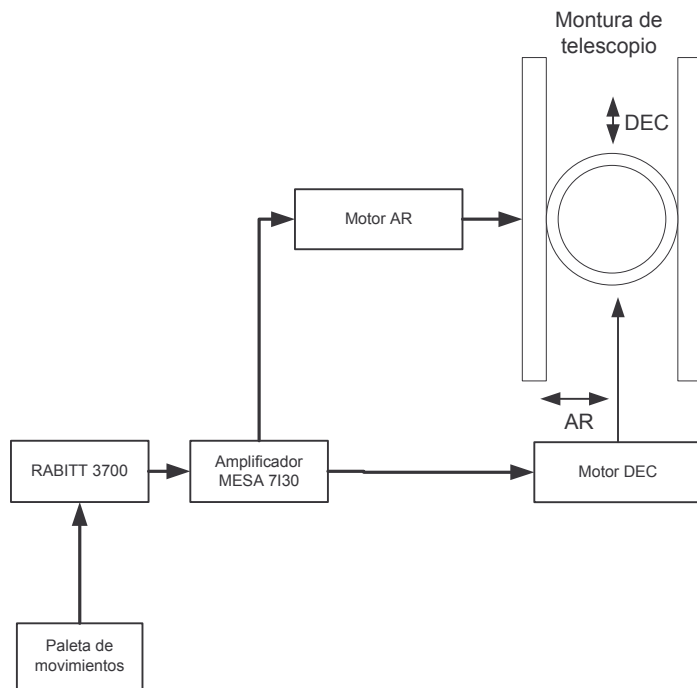


Figura 2. Diagrama general del sistema de lectura de desplazamientos.

### 2.3.- Óptica del telescopio réplica

Es importante mencionar que para los telescopios de tipo Ritchey-Chrétien tanto el espejo primario como secundario son superficies hiperbólicas. Para el caso del telescopio réplica, el espejo primario utilizado fue una superficie esférica con diámetro de 20.3cm y con radio de Curvatura de 81cm y como espejo secundario fue utilizado una lente planoconvexa de 5cm de diámetro la cual fue aluminizada para usarse como espejo.



### 3.- Modo de operación.

La electrónica esta integrada en la parte “sur” del telescopio, para su uso se requiere una alimentación 110v de AC, lo cual es una conexión de uso común en México. El usuario solo tiene acceso a la paleta de movimientos, lo cual lo convierte en un sistema robusto y de fácil operación.

El telescopio cuenta con un sistema de control, desarrollando un sistema de seguridad con interruptores electromecánicos, los cuales evitan que la estructura del telescopio choque con las bases del telescopio mismo.

Las Figura 3 y 4, muestran el telescopio réplica señalando algunas de las partes del mismo.

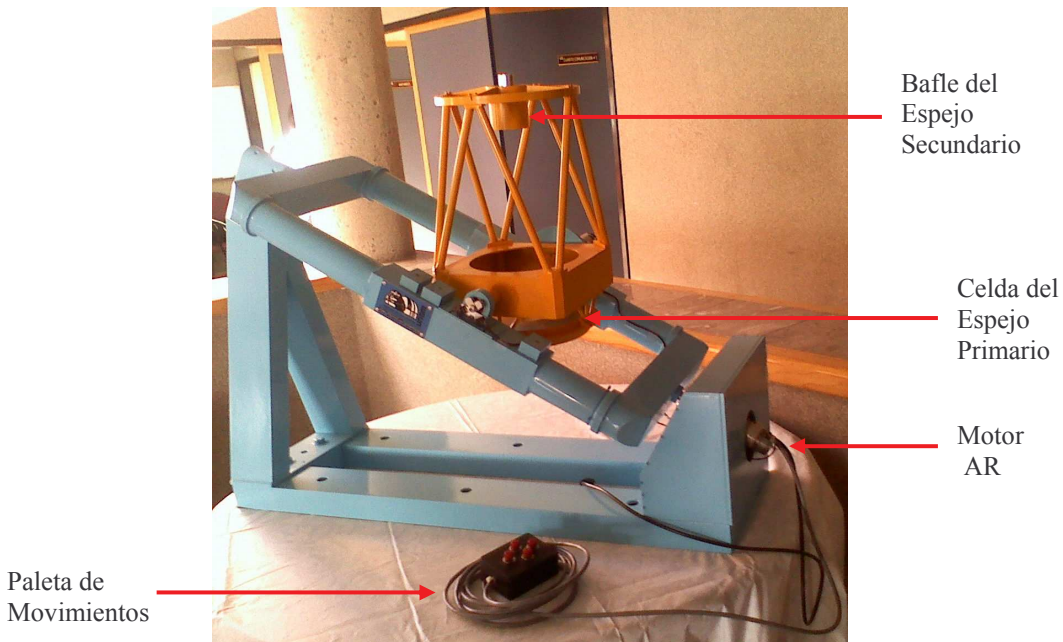


Figura 3. Réplica del telescopio de 2.1 m. Aquí se muestran la ubicación de algunas partes importantes del telescopio.



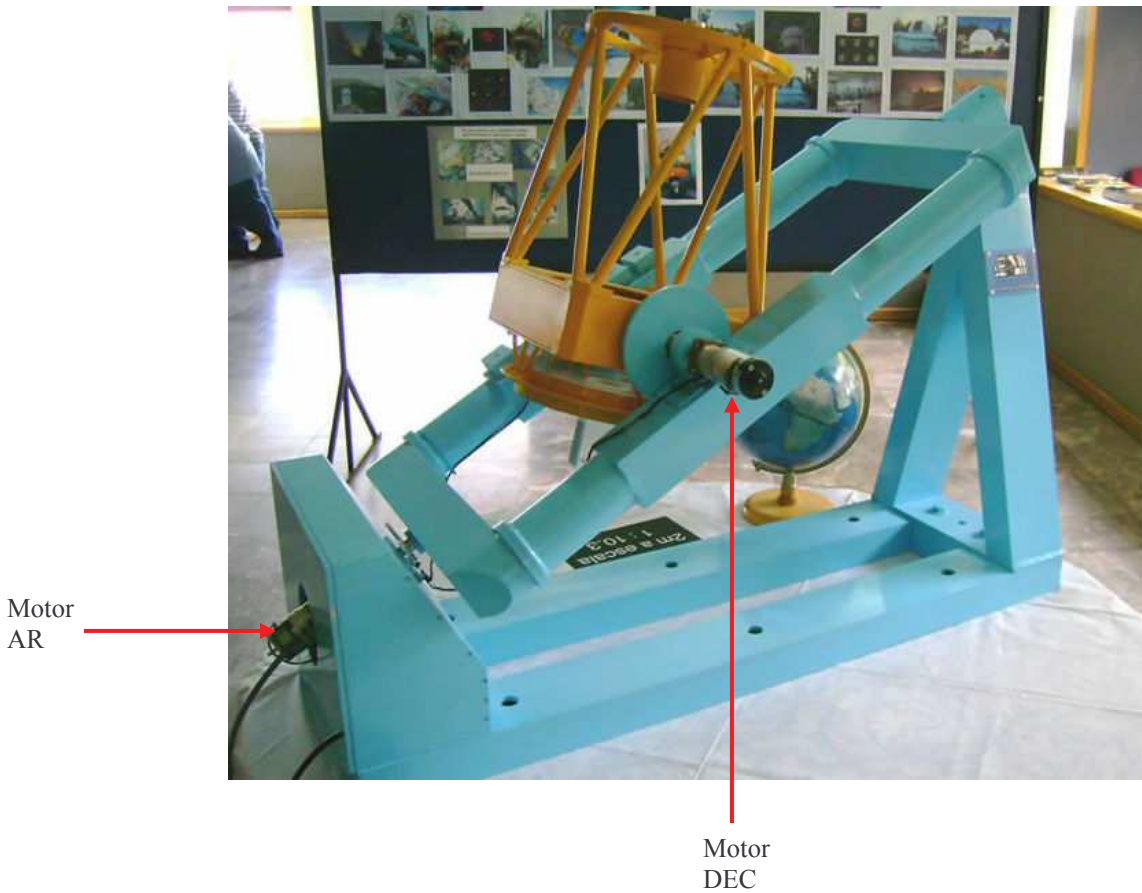
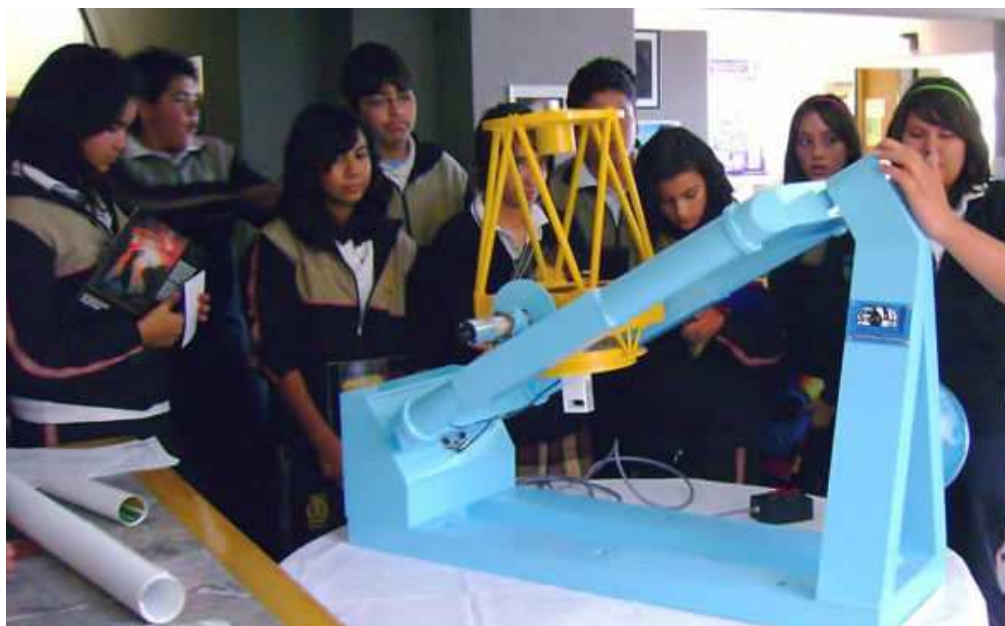


Figura 4. Réplica del telescopio de 2.1 m., que muestra la ubicación de los motores que le permiten moverse en AR y DEC.

El telescopio estuvo listo para su exhibición el día 29 de octubre del 2009, fecha en la que se llevó a cabo el evento anual “Casa Abierta” en las instalaciones del IA-OAN sede Ensenada, UNAM.

Los asistentes a esta actividad tuvieron la oportunidad de mover el telescopio en ascensión recta y en declinación, simulando que estaban observando en diferentes direcciones, lo cual llamó mucho la atención ya que algunos conocían el telescopio solo en fotografía. Ver figuras 5 y 6.



(a)



(b)

Figura 5. Fotografías del Telescopio durante su exhibición en Casa Abierta 2009, celebrado en las instalaciones del IA-UNAM campus Ensenada.



Figura 6. Fotografía del Telescopio que muestra la facilidad de uso. Aquí se observa como el estudiante realiza movimientos a través de la paleta de control.

#### **4.- Personal Involucrado en la Construcción**

En este proyecto se involucraron personal de la sede del IA-UNAM campus Ensenada de las áreas: astronomía, óptica, diseño mecánico, electrónica y mecánica de precisión, su grado de participación fue diferente, pero siempre importante en el proceso de diseño y construcción de la réplica a escala del telescopio de 2.1 m. del OAN-SPM.

El diseño mecánico y generación de planos M.I Gerardo Sierra y estudiante Cesar A. Reyes Lara. El personal que llevó a cabo la tarea de maquinar lo necesario para construir el telescopio de acuerdo a los planos, fueron los técnicos Jorge Valdez H., Antolín Córdova, Gerardo Guisa, Benjamín García, y Benjamín Martínez Ch. El personal encargado de la electrónica del aparato fueron los M. en C. Fernando Quirós Parra y Francisco Murillo Bracamontes. La Comisión de Divulgación, que fue de donde surgió la propuesta y los lineamientos para el proyecto, estuvo integrada por Dr. J. Manuel Núñez, el M. en C. Marco A. Moreno C., el Dr. William Schuster y la Fís. M. Estela de Lara A .

## **Financiamiento.**

El financiamiento para la construcción del instrumento, se hizo con recursos institucionales de la partida de Divulgación, que anualmente se le asigna al IA-Campus Ensenada.

## **Agradecimientos**

Queremos agradecer a las autoridades del OAN-SPM por las facilidades brindadas para el uso de tiempo de máquinas-herramienta del Taller de Precisión, así como por autorizar que se involucrara personal técnico de la institución en la construcción de este telescopio. En particular al Jefe del OAN Dr. David Hiriart G. y al Jefe de Instrumentación Dr. Salvador Zazueta R.

## **Referencias**

- 1.- <http://www.astrossp.unam.mx/indexspm.html>
- 2.- J.A. López and L. Gutiérrez, “*A primer for the San Pedro Mártir Observatory,*” *RevMexAA(SC)*,19, 3-7 (2003).
- 3.- <http://www.astrosen.unam.mx/~divulgacion/index.html>
- 4.- J. de la Herrán, “*The Mexican 2.12m Telescope for the National Astronomical Observatory at San Pedro Mártir, Baja California, México,*” Eds. Harold L. Johnson and Christine Allen, *Symposium on Recent Advances in Observational Astronomy*, Ensenada, Mexico, 133-139 (1981).
- 5.- F. Quirós, M. Núñez, E. Luna, “*Sensor de intensidad luminosa en el espectro visible para pruebas ópticas en el IA-UNAM*”, CI-2004-25, Publicaciones Internas del IA-UNAM (2004).
- 6.- F. Quirós, E. Luna, J.M. Núñez, J.L. Ochoa, F. Murillo, G. Sierra, A. Córdova y G. Guisa. CI-2006-07 “*Sistema para la detección de desplazamientos de los espejos del telescopio de 84cm del oan-spm*” Publicaciones Internas del IA-UNAM (2006).

**APÉNDICE 1**  
**LISTA DE PLANOS MANUFACTURADOS**

ITEM NO.	Nombre de plano	QTY.
1	010 Aro araña	1
2	002 celda Placa	1
3	Mirror004 celda ref TRI	4
4	004 celda ref TRI	4
5	003 celda ref circular	1
6	002 celda cilindro	1
7	001 Espejo	1
8	006 celda TAPA	1
9	Mirror006 celda TAPA	1
10	007 Base Tubo SUP	4
11	008 TUBO SUP	4
12	009 TOP Tubo SUP	4
13	011 Eje DEC	2
14	044 Tubo inf	4
15	Mirror008 TUBO SUP1	4
16	005 celda SUP 1	2
17	005 celda SUP 3	2
18	005 celda SUP 2	4
19	Simetría044 Tubo inf	4
20	053 Tope	4
21	Simetría053 Tope	4
22	057 bALEROS 2201 skf	4
23	058 secundario	1
24	059 sec BASE	1
25	061 sec PLACA 0.5	1
26	061 sec Patas	4
27	062 sec Plaquita	4
28	063 sec ejesec	1
29	064 sec capucha	1
30	HX-SHCS 0.138-32x0.375x0.375-S	8
31	065 sec plaquititas	4
32	066 sec aro	1
33	073 UÑAS	4
34	043 Base tubis inf.	4
35	HX-SHCS 0.138-32x0.375x0.375-C	4
36	031 tubo base ejelargo2	1

37	029_barra_base_eje2	1
38	013_Chumacera	1
39	035_barra cuadrada del eje inferior	1
40	030_tubo_base_eje2	2
41	33_Esq.	2
42	33_Esq.ARO	2
43	33_Esq.Tapa	2
44	030_tubo_base_eje1	1
45	029_barra_base_TAPA1	3
46	Mirror028_base_chumacera	1
47	Mirror031_tubo_base_ejelargo2	1
48	Mirror029_barra_base_eje2	1
49	Mirror028_base_chumacera1	1
50	Mirror013_Chumacera	1
51	Mirror030_tubo_base_eje2	2
52	Mirror33_Esq.	1
53	Mirror33_Esq.ARO	1
54	Mirror33_Esq.Tapa	1
55	Mirror030_tubo_base_eje1	1
56	Mirror029_barra_base_TAPA1	1
57	MirrorMirror028_base_chumacera	1
58	Mirror33_Esq.ARO1	1
59	Mirror33_Esq.1	1
60	Mirror33_Esq.Tapa1	1
61	035_barra cuadrada del eje superior	1
62	046_tubo_yugo_a_base	2
63	067_Espaciador del motordec	1
64	068_SIMULA ENGRANE	1
65	069_L Engrane falso	1
66	072_SOPORTE BALERO	2
67	70_Base balero sur	2
68	RSR 13 MOTOR gLOBE DEC	1
69	071_MediaLuna	1
70	Motor DEC	1
71	077_NUEVA BASE CHUMACER	1
72	051_Base Triangular_1	1
73	051_Base Triangular_2	1
74	Simetría051_Base_Triangular_2	1



75	050_Tapa_Base_Triangular	1
76	022_parte_angulada	1
77	074_BaseChumacer	1
78	048_Base_Eje_Inferior_rect_1	2
79	048_Base_Eje_Inferior_rect_2	1
80	048_Base_Eje_Inferior_rect_3	1
81	048_Base_Eje_Inferior_rect_4	1
82	048_Base_Eje_Inferior_rect_5	1
83	048_Base_Eje_Inferior_rect_6	1
84	048_Base_Eje_Inferior_rect_1_RH	1
85	054_Base_Opcional_1	2
86	054_Base_Opcional_2	2
87	076_SL Brazos	2
88	078_SL Base	1
89	075_EchelOmron_switch D2F	4
90	079_ARSL Base	1
91	080_ARSL Brazo	2
	TOTAL	173





**Comité Editorial de Publicaciones Técnicas  
Instituto de Astronomía  
UNAM**

**M.C. Urania Ceseña  
Dr. Carlos Chavarria  
M.C. Francisco Murillo**

**Observatorio Astronómico Nacional  
Km. 103 Carretera Tijuana-Ensenada  
22860 Ensenada B.C.  
[editorial@astrosen.unam.mx](mailto:editorial@astrosen.unam.mx)**