

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ESCUELA DE POSTGRADO

**MAESTRÍA EN SALUD OCUPACIONAL
Y DEL MEDIO AMBIENTE**



**“ALTERACION OFTÁLMICA EN TRABAJADORES EXPUESTOS A
RADIACION SOLAR DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR S.A.
AREQUIPA, 2015-2016”**

**Tesis presentada por la Bachiller
ROCIO KARINA VALVERDE PEREZ
para optar el Grado Académico de
MAESTRO EN SALUD OCUPACIONAL
Y DEL MEDIO AMBIENTE
Asesor: Dr. Patricio Gonzalo Azálgara Lazo**

**AREQUIPA – PERÚ
2017**



A mi familia por estar siempre a mi lado...

Gracias...



*“QUEDA PROHIBIDO NO SONREIR A LOS PROBLEMAS, NO LUCRAR POR LO QUE
QUIERES, ABANDONARLO TODO POR MIEDO, NO CONVERTIR EN REALIDAD TUS
SUEÑOS”*

PABLO NERUDA

Poeta Chileno

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO UNICO: RESULTADOS	4
1. Características demográficas de la población de estudio	5
2. Tiempo de exposición a la radiación solar de la población en estudio	8
3. Alteraciones oftálmicas de la población en estudio	9
4. Discusión y Comentarios	16
CONCLUSIONES	19
RECOMENDACIONES	20
PROPUESTA DE INTERVENCION	21
BIBLIOGRAFÍA	25
ANEXOS	28
Anexo 1: Proyecto de investigación	29
Anexo 2: Matriz de sistematización de datos	73



RESUMEN

Antecedentes: La exposición prolongada a radiación solar debido a los rayos ultravioleta puede causar efectos dañinos en los ojos, de allí la importancia de considerar en las evaluaciones médicas ocupacionales, la identificación de alteraciones oftálmicas en todos los trabajadores, sobre todo debe tomarse en cuenta a los trabajadores que desarrollan trabajo de campo en zonas de alta radiación solar y siendo Arequipa una de las regiones con mayor exposición a radiación ultravioleta es que se propuso el presente estudio en trabajadores de una empresa de Servicio de agua potable y alcantarillado de Arequipa en el periodo de Octubre del 2015 a Enero del 2016. **Objetivo:** Comparar la alteración oftálmica entre las poblaciones de trabajadores más expuestas y las menos expuestas a radiación solar del área comercial de SEDAPAR S.A. Arequipa, 2015-2016. **Métodos:** el tipo de investigación del presente estudio es Documental y el nivel de investigación es descriptivo y comparativo, se encuestaron a 89 trabajadores de la Empresa SEDAPAR S.A. Se muestran resultados mediante estadística descriptiva e inferencial para estudios descriptivos y se comparan 2 poblaciones la que, estuvo más expuesta a la radiación ultravioleta 8 horas al día por 6 días a la semana y la población que estuvo menos expuesta a la radiación ultravioleta 8 horas al día 1 vez por semana mediante la prueba de chi cuadrado. **Resultados:** Se evaluaron 89 trabajadores del área comercial de SEDAPAR en cuanto a las características sociodemográficas, el 97,8% de los trabajadores son masculinos y el 2,2% son femeninos. 48,3% tienen entre 23 a 40 años de edad, el 43,8% tienen de 41-60 años y el 7,9% de ellos tienen más de 60 años. Sobre las características laborales referidas al tiempo de servicios en años, el 44,9% trabaja entre 11 a 15 años, el 30,3% menos de 5 años, el 5,6 % entre 16 y 20 años, el 3,4% entre 21 a 25 años, el 7,9% entre 6 y 10 años y el 7,9% más de 25 años de edad. El 43,8% de los trabajadores están más expuestos a la radiación solar y el 56,2% están menos expuestos. En cuanto al diagnóstico por lesiones oculares; no se encontraron casos de trabajadores con diagnóstico de queratoconjuntivitis aguda, queratoconjuntivitis crónica, conjuntivitis aguda, conjuntivitis crónica, ni maculopatía, el 22,5% de los trabajadores tienen ametropía no corregida, el 11,2% ametropía corregida, el 12,4% ametropía parcialmente corregida, 25,8% pterigion y el 11,2% cataratas. **Conclusión:** Los resultados concluyen que, no se encontraron casos de trabajadores con diagnóstico de queratoconjuntivitis aguda, queratoconjuntivitis crónica, conjuntivitis aguda, conjuntivitis crónica, ni maculopatía y no existe diferencia significativa, al comparar los diagnósticos oculares de los trabajadores más expuestos y los menos expuestos a la radiación ultravioleta.

PALABRAS CLAVE:

Alteraciones oftálmicas, radiación solar, trabajadores expuestos a radiación solar.

ABSTRACT

Background: Prolonged exposure to solar radiation due to ultraviolet rays can cause harmful effects on the eyes, hence the importance of considering in occupational medical evaluations, the identification of ophthalmic alterations in all workers, above all should be taken into account The workers who develop field work in areas of high solar radiation and Arequipa being one of the regions with the greatest exposure to ultraviolet radiation is that the present study was proposed in workers of a company of Drinking water and sewer service of Arequipa in the period From October 2015 to January 2016. **Objective:** To compare the ophthalmic alteration between the populations of workers most exposed and those least exposed to solar radiation from the commercial area of SEDAPAR S.A. Arequipa, 2015-2016. **Methods:** The type of research in the present study is Documentary and the level of research is descriptive and comparative, we surveyed 89 employees of the Company SEDAPAR S.A. Results are presented by descriptive and inferential statistics for descriptive studies and two populations are compared, which was more exposed to ultraviolet radiation 8 hours a day for 6 days a week and the population that was less exposed to ultraviolet radiation 8 hours at Day 1 time per week using the chi-square test. **Results:** A total of 89 workers from the commercial area of SEDAPAR were evaluated, in terms of sociodemographic characteristics, 97.8% of the workers are male and 2.2% are female. 48.3% are between 23 and 40 years of age, 43.8% are 41-60 years and 7.9% of them are over 60 years of age. Regarding the labor characteristics of service time in years, 44.9% work between 11 and 15 years, 30.3% less than 5 years, 5.6% between 16 and 20 years, 3.4% Between 21 and 25 years, 7.9% between 6 and 10 years and 7.9% over 25 years of age. 43.8% of workers are more exposed to solar radiation and 56.2% are less exposed. As for the diagnosis of ocular lesions; No cases of workers with a diagnosis of acute keratoconjunctivitis, chronic keratoconjunctivitis, acute conjunctivitis, chronic conjunctivitis, or maculopathy were found, 22.5% of the workers had uncorrected ametropia, 11.2% corrected ametropia, 12.4% Partially corrected ametropia, 25.8% Pterigion and 11.2% Cataracts. **Conclusions:** We found no cases of workers with a diagnosis of acute keratoconjunctivitis, chronic keratoconjunctivitis, acute conjunctivitis, chronic conjunctivitis, or maculopathy, and there was no significant difference when comparing the ocular diagnoses of the most exposed and least exposed workers To ultraviolet radiation.exposed.

KEYWORDS:

ophthalmic disorders , solar radiation, solar radiation exposed workers

INTRODUCCIÓN

Estudios desarrollados para conocer los efectos de la radiación ultravioleta en el ojo, han concluido en que la radiación solar es un factor de riesgo para el desarrollo de patologías oftalmológicas agudas o crónicas siendo los daños ocasionados por la cantidad de radiación acumulada a lo largo de años de exposición.

De otro lado, las alteraciones de la visión pueden afectar la calidad de vida de las personas y en el ámbito laboral pueden causar además incapacidad y disminución de la calidad del trabajo, de allí la importancia de desarrollar un estudio sobre alteraciones oculares por exposición a radiación solar en el centro laboral.

Para implicar a los trabajadores en el autocuidado de su salud y lograr que las empresas inviertan en protección personal adecuada de sus trabajadores es necesario que se conozca la situación de la exposición laboral.

En salud ocupacional es de gran importancia la prevención del daño ocular en los trabajadores y una herramienta indispensable es el diagnóstico precoz de exposición a radiación solar.

Existe evidencia que la radiación Ultravioleta (UV), produce un daño acumulativo, permanente y que puede afectar diversas estructuras del ojo tales como la córnea, el cristalino, el iris, la retina y los tejidos epiteliales y conjuntivales relacionados.

La empresa Sedapar S.A. cuenta con varias Áreas y Departamentos con su respectivas Gerencias, cada una de ellas tiene puestos ocupacionales y en muchos casos requieren que los trabajadores desarrollen actividades de campo por horas prolongadas, tanto en las plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Chilpina, planta de tratamiento de Producción de Agua La Tomilla, sede Central y diversos reservorios localizados en diferentes distritos de Arequipa.

Para el presente estudio se ha tomado la población del área Comercial de la sede Central de la empresa Sedapar S.A., los trabajadores desarrollan actividades en campo, algunos alrededor de 8 horas diarias durante 6 días a la semana (trabajadores más expuestos) y otros solo 8 horas una vez a la semana (trabajadores menos expuestos), tiempo en el cual están expuestos a la Radiación Solar, de allí la importancia de desarrollar un estudio para determinar si encontramos mayor frecuencia de lesiones oculares en trabajadores más expuestos versus los menos expuestos.

Las actividades que desarrollan estos trabajadores son:

Lectura de medidores de agua

Corte de medidores de agua

Entrega de recibos de agua

La distribución de cada una de las actividades se hace por Distritos, de ésta manera cada trabajador está encargado de una zona específica y todos éstos trabajos se realizan caminando ya que la labor es de domicilio a domicilio y la exposición a la radiación solar es permanente durante el horario establecido no habiendo opción de usar movilidad.

Ambos grupos de trabajadores realizan la misma actividad con la diferencia que un grupo lo hace un día a la semana por 8 horas y el otro grupo lo hace 6 días a la semana por 8 horas diarias.

Teniendo en cuenta que el índice de Radiación Solar en la ciudad de Arequipa se encuentra dentro del rango de EXTREMADAMENTE ALTO, llegando a un promedio de 15, según la información otorgada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) quien es un organismo técnico especializado del Estado Peruano que brinda información sobre el pronóstico del tiempo, así como asesoría y estudios científicos en las áreas de hidrología, meteorología, agro meteorología y asuntos ambientales, es que considero que es de vital importancia conocer las alteraciones oftálmicas en los trabajadores del área Comercial de SEDAPAR S.A., expuestos a radiación solar.

El presente documento cuenta con un Capítulo único: Resultados, donde encontramos los Hallazgos, Discusión y Comentarios de todos los datos obtenidos, luego encontramos las Conclusiones y Recomendaciones, para finalmente hacer una Propuesta de Intervención con el objetivo de mitigar el problema.





RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

TABLA N°. 1

SEXO DE LOS TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR S.A. AREQUIPA.

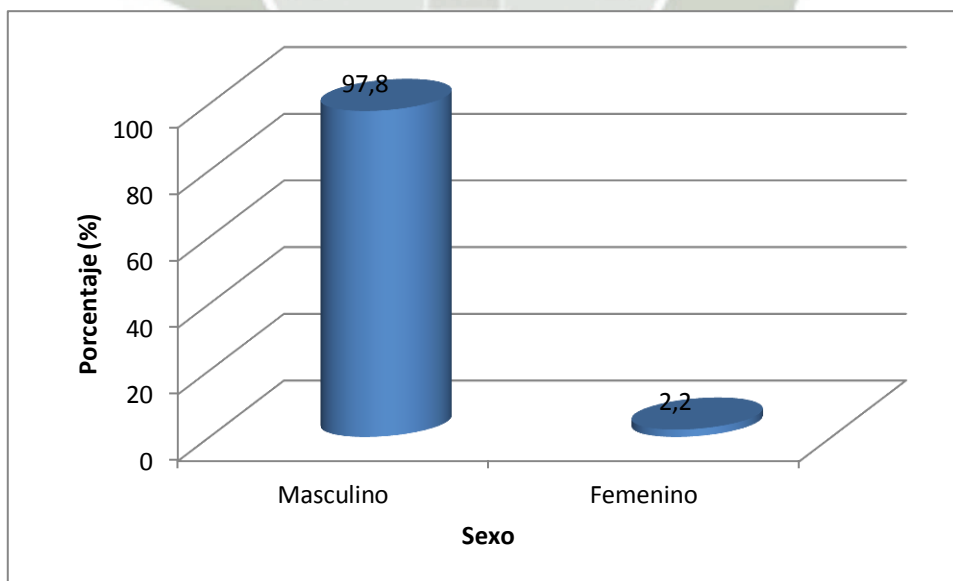
Sexo	N°.	%
Masculino	87	97,8
Femenino	2	2,2
Total	89	100,0

Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

La tabla N°. 1, muestra que el 97,8% de los trabajadores del área comercial de SEDAPAR son de género masculino y el 2.2% de género femenino.

GRAFICO N°. 1

SEXO DE LOS TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR S.A. AREQUIPA.



Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

TABLA N°. 2

**EDAD DE LOS TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR S.A.
AREQUIPA.**

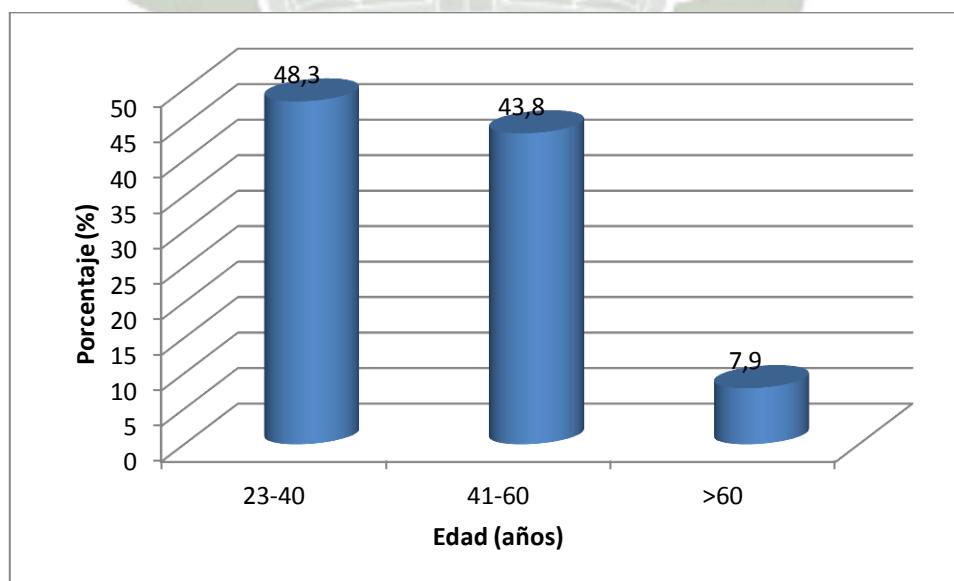
Edad	N°	%
23-40	43	48,3
41-60	39	43,8
>60	7	7,9
Total	89	100,0

Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

La tabla N°. 2, muestra que el 48,3% de los trabajadores del área comercial de SEDAPAR tienen de 23 a 40 años de edad, el 43,8% tienen de 41-60 años y el 7,9% de ellos tienen más de 60 años.

GRAFICO N°. 2

**EDAD DE LOS TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR S.A.
AREQUIPA.**



Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

TABLA N°. 3

**TIEMPO DE SERVICIO DE LOS TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE
SEDAPAR S.A. AREQUIPA.**

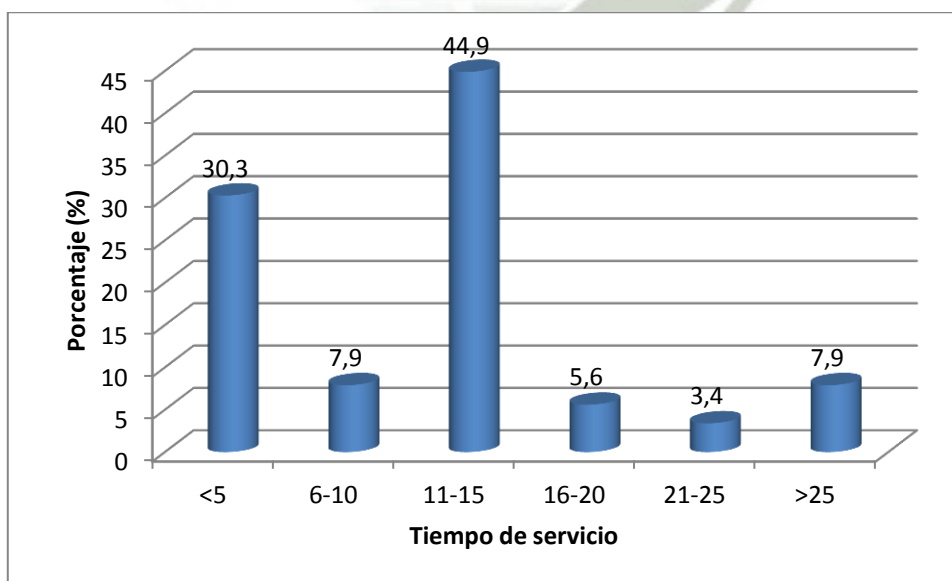
Tiempo de servicios	N°.	%
<5	27	30,3
6-10	7	7,9
11-15	40	44,9
16-20	5	5,6
21-25	3	3,4
>25	7	7,9
Total	89	100,0

Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

La tabla N°. 3, muestra que, el 44,9% de los trabajadores del área comercial de SEDAPAR tienen de 11 a 15 años trabajando en SEDAPAR, el 30,3% de ellos tienen menos de 5 años, el 7,9% de los trabajadores tienen más de 25 años trabajando, el 7,9% de ellos tienen de 6 a 10 años, 5,6 % entre 16 y 20 años, el 3,4% de ellos tienen 21 a 25 años trabajando.

GRAFICO N°. 3

**TIEMPO DE SERVICIO DE LOS TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE
SEDAPAR S.A. AREQUIPA.**



Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

TIEMPO DE EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN SOLAR DE LA POBLACIÓN EN ESTUDIO

TABLA N°. 4

EXPOSICION A LA RADIACION SOLAR POR LOS TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR S.A. AREQUIPA.

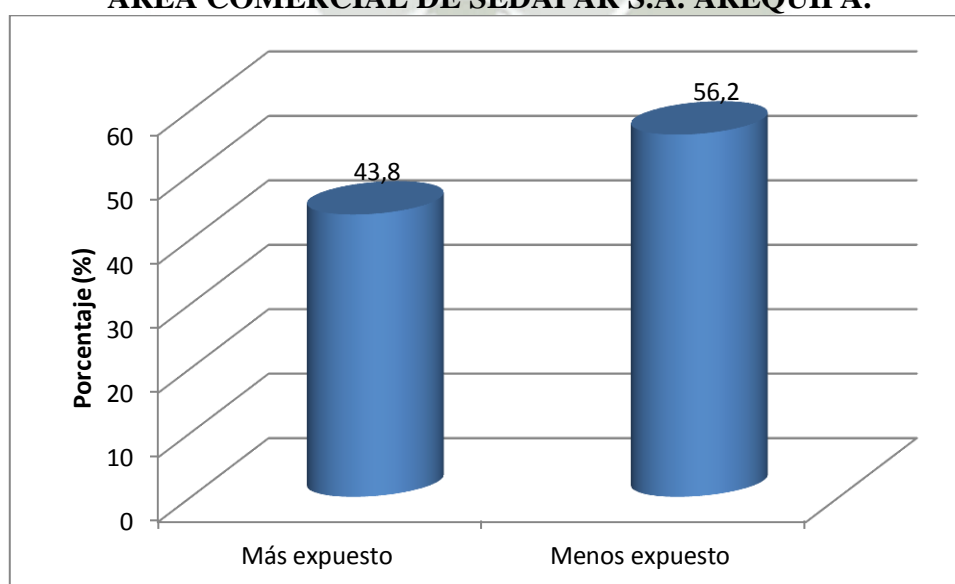
Exposición	N°.	%
Más Expuesto	39	43,8
Menos expuesto	50	56,2
Total	89	100,0

Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

La tabla N°. 4, muestra que el 43,8% de los trabajadores del área comercial de SEDAPAR están más expuestos a la radiación solar (trabajadores que salen a campo 6 días a la semana por ocho horas), según el tipo de actividad laboral que realizan y el 56,2% de ellos están menos expuestos a la radiación solar (trabajadores que salen a campo un día a la semana por ocho horas).

GRAFICO N°. 4

EXPOSICION A LA RADIACION SOLAR POR LOS TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR S.A. AREQUIPA.



Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

ALTERACIONES OFTÁLMICAS DE LA POBLACIÓN EN ESTUDIO

TABLA N°. 5

DIAGNOSTICO DE AMETROPIA EN LOS TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR S.A. AREQUIPA.

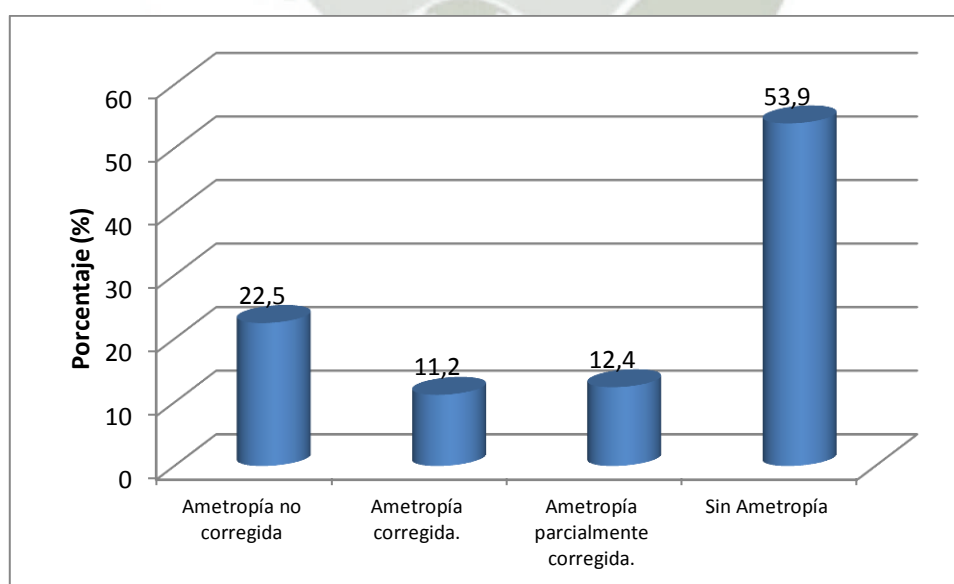
	N°.	%
Ametropía no corregida	20	22,5
Ametropía corregida	10	11,2
Ametropía parcialmente corregida	11	12,4
Sin Ametropía	48	53,9
Total	89	100,0

Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

La tabla N°. 5, muestra que el 22,5% de los trabajadores del área comercial de SEDAPAR tienen ametropía no corregida, el 11,2% de los trabajadores conllevan ametropía corregida y el 12,4% conllevan ametropía parcialmente corregida.

GRAFICO N°. 5

DIAGNOSTICO DE AMETROPIA EN LOS TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR S.A. AREQUIPA.



Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

TABLA N°. 6

**DIAGNOSTICO DE PTERIGION EN LOS TRABAJADORES DEL ÁREA
COMERCIAL DE SEDAPAR S.A. AREQUIPA.**

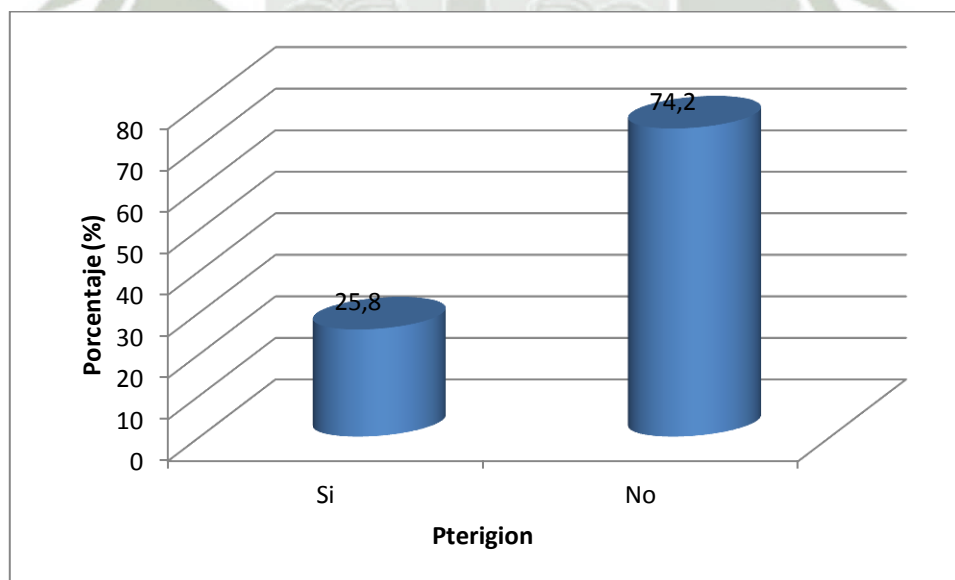
Pterigion	N°	%
Si	23	25,8
No	66	74,2
Total	89	100,0

Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

La tabla N°. 6, muestra que el 25,8% de los trabajadores del área comercial de SEDAPAR tienen Pterigion y el 74,2% de ellos no lo presentaron.

GRAFICO N°. 6

**DIAGNOSTICO DE PTERIGION EN LOS TRABAJADORES DEL ÁREA
COMERCIAL DE SEDAPAR S.A. AREQUIPA.**



Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

TABLA N°. 7

**DIAGNOSTICO DE CATARATA EN LOS TRABAJADORES DEL ÁREA
COMERCIAL DE SEDAPAR S.A. AREQUIPA.**

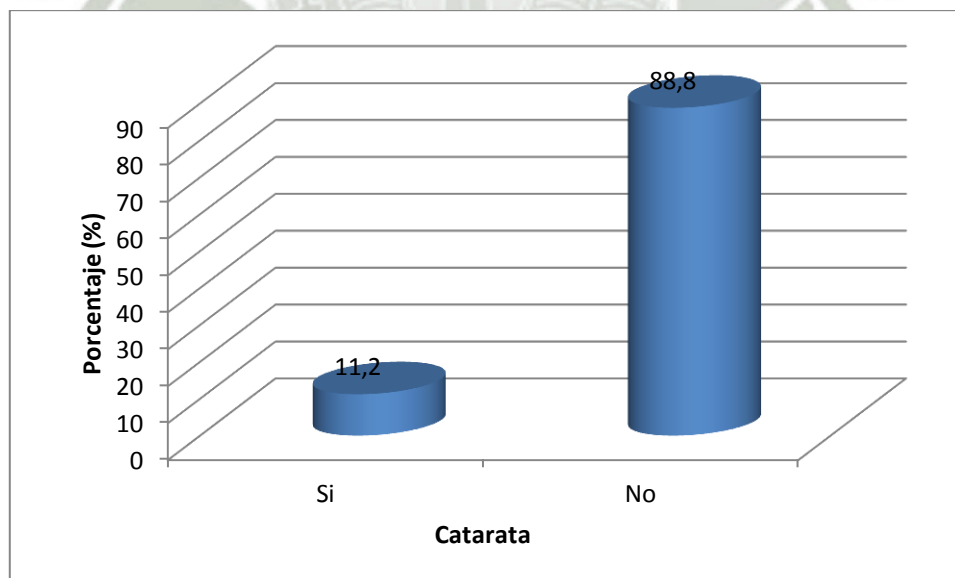
Catarata	N°.	%
Si	10	11,2
No	79	88,8
Total	89	100,0

Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

La tabla N°. 7, muestra que el 11,2% de los trabajadores del área comercial de SEDAPAR tienen Catarata y el 88,8% de los trabajadores no lo presentaron.

GRAFICO N°. 7

**DIAGNOSTICO DE CATARATA EN LOS TRABAJADORES DEL AREA
COMERCIAL DE SEDAPAR S.A. AREQUIPA.**



Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

TABLA N° 8

**DIAGNOSTICO DE AMETROPIA SEGÚN LA EXPOSION A LA RADIACION
SOLAR EN LOS TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR S.A.
AREQUIPA**

Diagnostico oftalmológico	Más expuestos		Menos expuestos		TOTAL	
	N°.	%	N°.	%	N°.	%
Ametropía no corregida	7	17,9	13	26,0	20	22,5
Ametropía corregida	3	7,7	7	14,0	10	11,2
Ametropía parcialmente corregida	6	15,4	5	10,0	11	12,4
Sin ametropía	23	59,0	25	44,0	48	53,9
TOTAL	39	100	50	100	89	100

$X^2=5.23$

$P>0.05$

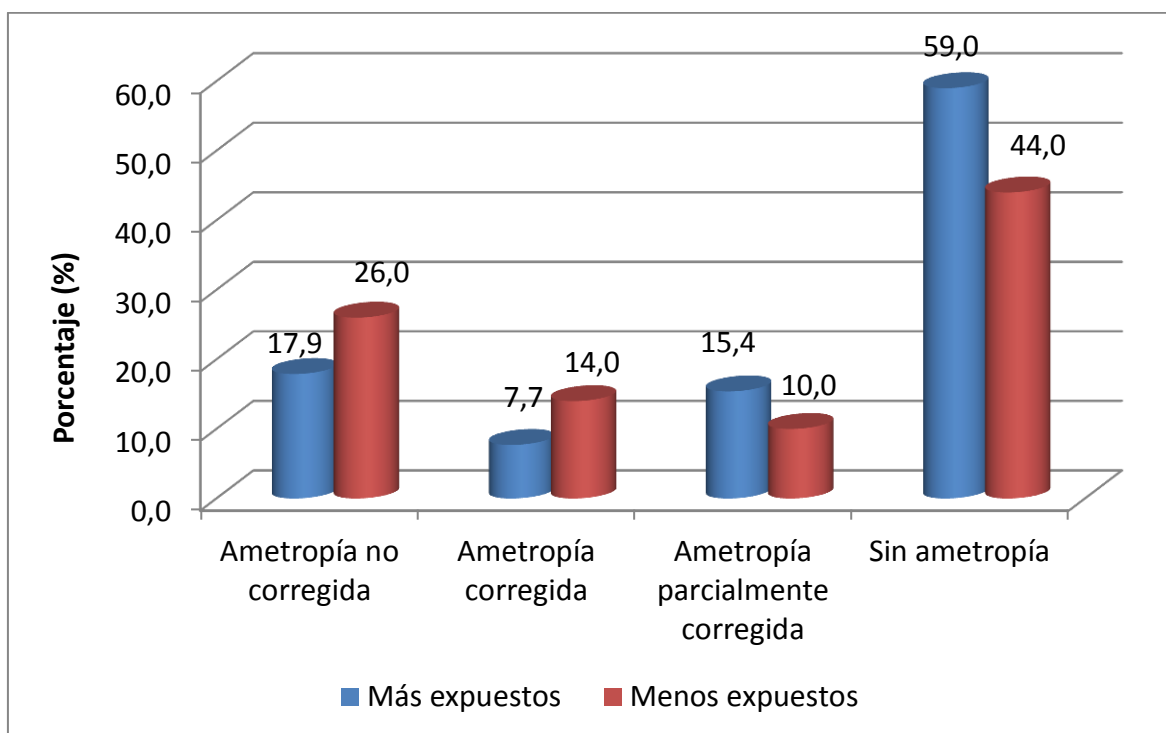
Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

La tabla N° 8, según la prueba de chi cuadrado ($X^2=5.23$) se muestra que el diagnóstico de Ametropía en los trabajadores más expuestos y en los menos expuestos a la radiación ultravioleta no presentó diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$).

Así mismo, se observa que el 17,9% de los trabajadores más expuestos a la radiación solar tienen Ametropía no corregida, frente al 26,0% de los trabajadores menos expuestos con éste mismo diagnostico oftalmológico.

GRAFICO N°. 8

**DIAGNOSTICO DE AMETROPIA SEGÚN LA EXPOSION A LA RADIACION
SOLAR EN LOS TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR S.A.
AREQUIPA**



Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

TABLA N°. 9

**DIAGNOSTICO DE PTERIGION SEGÚN LA EXPOSION A LA RADIACION
SOLAR EN LOS TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR S.A.
AREQUIPA**

Pterigion	Más expuestos		Menos expuestos		TOTAL	
	N°.	%	N°.	%	N°.	%
Si	12	30,8	11	22,0	23	25,8
No	27	69,2	39	78,0	66	74,2
TOTAL	39	100	50	100	89	100

$X^2=0.879$ $P>0.05$

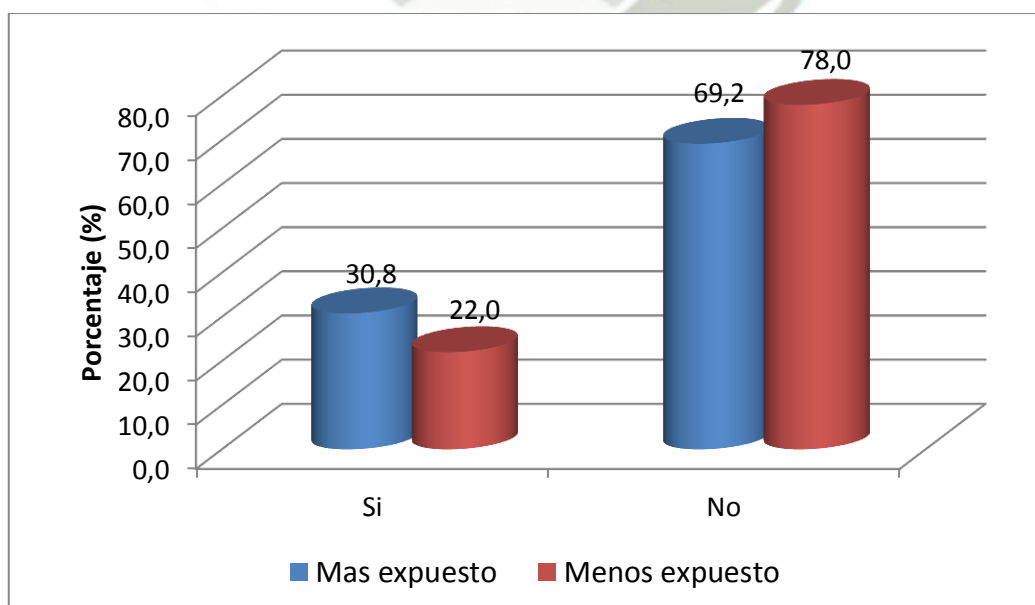
Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

La tabla Nª. 9, según la prueba de chi cuadrado ($X^2=0.879$) se muestra que el Pterigion oftalmológico en los trabajadores más expuestos y menos expuestos a la radiación ultravioleta no presento diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$).

Así mismo, se observa que el 30,8% de los trabajadores más expuestos del área Comercial de SEDAPAR tienen Pterigion frente al 22,0% de los trabajadores menos expuestos con este mismo diagnóstico oftalmológico.

GRAFICO N°. 9

**DIAGNOSTICO DE PTERIGION SEGÚN LA EXPOSION A LA RADIACION
SOLAR EN LOS TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR S.A.
AREQUIPA**



Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

TABLA N.º 10

**DIAGNOSTICO DE CATARATA SEGÚN LA EXPOSION A LA RADIACION
SOLAR EN LOS TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR S.A.
AREQUIPA**

Catarata	Más expuestos		Menos expuestos		TOTAL	
	N.º.	%	N.º.	%	N.º.	%
Si	5	12,8	5	10,0	10	11,2
No	34	87,2	45	90,0	79	88,8
TOTAL	39	100	50	100	89	100

$$X^2=0.175 \quad P>0.05$$

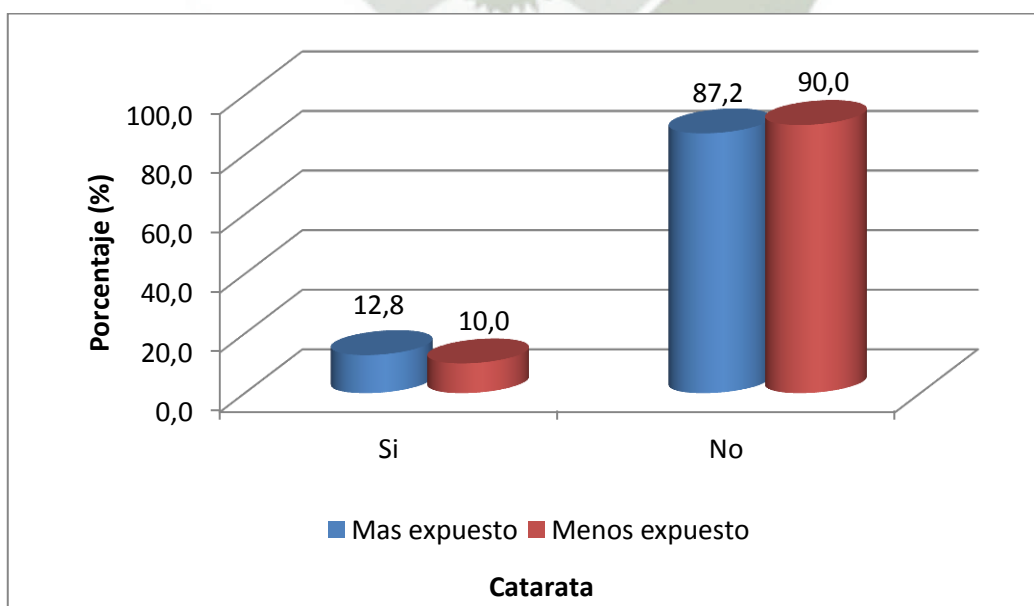
Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

La tabla N.º. 10, según la prueba de chi cuadrado ($X^2=0.175$) se muestra que la catarata en los trabajadores más expuestos versus los menos expuestos a la radiación ultravioleta, no presentó diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$)

Así mismo, se observa que el 12,8% de los trabajadores más expuestos tienen Catarata frente al 10,0% de los trabajadores menos expuestos con este mismo diagnóstico oftalmológico.

GRAFICO N.º. 10

**DIAGNOSTICO DE CATARATA SEGÚN LA EXPOSION A LA RADIACION
SOLAR EN LOS TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR S.A.
AREQUIPA**



Fuente: historias clínicas del consultorio médico de Sedapar

DISCUSION Y COMENTARIOS

Existe un importante número de trabajadores en nuestro país que desarrollan sus actividades laborales al aire libre, exponiendo a los trabajadores a radiación ultravioleta en altos niveles y de manera permanente, presentándose problemas a la salud ocupacional relacionados a daño agudo y crónico sobre la piel, ojos y sistema inmunológico. El daño dependerá de la intensidad de la radiación y el tiempo de exposición a la misma. (4). Reconociendo este riesgo de lesiones oculares por exposición ocupacional a radiación solar, es que se desarrolló el presente estudio, se evaluaron los exámenes ocupacionales de las historias clínicas de 89 trabajadores del área comercial de SEDAPAR.

La tabla N°. 1 muestra que, el 97,8% de los trabajadores son de sexo masculinos y el 2,2% de ellos son de sexo femenino.

La tabla N°. 2 muestra que, el 48,3% de los trabajadores del área comercial de SEDAPAR tienen de 23 a 40 años de edad, el 43,8% tienen de 41-60 años y el 7,9% de ellos tienen más de 60 años.

La tabla N°. 3 muestra que, en cuanto al tiempo de servicios, se encontraron trabajadores con menos de 5 años y más de 25 años trabajando en el área, se evidencia que, el 44,9% de los trabajadores del área comercial de SEDAPAR tienen de 11 a 15 años trabajando en SEDAPAR, el 30,3% de los trabajadores del área comercial de SEDAPAR tienen menos de 5 años trabajando en SEDAPAR, el 7,9% de los trabajadores del área Comercial de SEDAPAR tienen más de 25 años trabajando en SEDAPAR, el 7,9% de los trabajadores del área Comercial de SEDAPAR tienen de 6 a 10 años trabajando en SEDAPAR, 5,6 % entre 16 y 20 años, el 3,4% de ellos tienen 21 a 25 años y. Los horarios son matutinos, cabe mencionar que la mayoría de trabajadores del estudio trabajaban entre 11-15 años en el área y se conoce que la radiación UV es acumulativa durante la vida, y que los mecanismos de protección del ojo son ineficaces ante las radiaciones UV. (5,6). Existe evidencia que aproximadamente el 80% de la radiación UV alcanza la superficie de la tierra entre las 10 de la mañana y las 2 del mediodía. (7,8).

La tabla N°. 4 muestra que, el 48,3% de los trabajadores del área comercial de SEDAPAR están más expuestos a la radiación solar y el 56,2% de ellos están menos expuestos.

Probablemente los trabajadores más expuestos sean los más jóvenes y cuenten con menos años de servicio y los menos expuestos sean los más longevos y tengan más años de labor. Existe evidencia que la radiación UV es considerada como factor de riesgo para patologías oculares como Pterigium, Pinguécula, Queratopatía de banda, Cataratas entre otras, por ello se indagó sobre algunas de estas patologías.(9) Como se sabe la ciudad de Arequipa, tiene una de las radiaciones UV más intensas del mundo, por ello se han adoptado una serie de resguardos para proteger a la población tales como la instalación de la Ordenanza Regional 175-Arequipa que promueve una política regional de implementación de acciones y medidas de protección para reducir los impactos negativos de la radiación UV. (10)

La tabla N°. 5 muestra que, el 22,5% de los trabajadores del área comercial de SEDAPAR tienen ametropía no corregida, el 3,4% de ellos tienen Ametropía, el 11,2% de los trabajadores conllevan ametropía corregida y el 12,4% conllevan ametropía parcialmente corregida.

La tabla N°. 6 muestra que, el 25,8% de los trabajadores del área comercial de SEDAPAR tienen Pterigion y el 74,2% de ellos no lo presentaron. Al respecto, existe evidencia que la exposición a la radiación UV es el factor más importante en el desarrollo del Pterigion, estos estudios concluyen en que existe una relación directa entre el Pterigion y la exposición solar y que ésta depende de la dosis por el efecto acumulativo. (11,12)

Es necesario precisar que los antecedentes investigativos a nivel internacional que se registran en el presente estudio nos indica que la radiación UV es un factor de riesgo para la formación de Pterigion. Sobre la formación de Pterigion, se conoce que su desarrollo es más frecuente en las personas que viven cerca del ecuador, y se observa en personas entre los 20-30 años con exposición a radiación UV y clima seco. (13,14,)

Los resultados se asocian a las evidencias internacionales, así, en estudios poblacionales experimentales y observacionales se ha confirmado que la exposición a la radiación UV es un desencadenante en la aparición del Pterigion. (15)

La tabla N°. 7 muestra que, el 11,2% de los trabajadores del área comercial de SEDAPAR tienen Catarata y el 88,8% de los trabajadores no lo presentaron. Cabe mencionar que las Cataratas pueden formarse con el envejecimiento, sin embargo, la radiación UV de origen solar, es uno de los principales factores de riesgo. (16)

La exposición a radiación UV afecta al cristalino a través de cambios en las proteínas del cristalino, formación de oxidantes reactivos tóxicos y daño directo del ADN corneal.

(17,18,19). De otro lado, cabe destacar que no se encontraron casos de queratoconjuntivitis aguda y crónica; conjuntivitis aguda y crónica; y maculopatía.

La tabla N° 8 muestra que, el diagnóstico de Ametropía en los trabajadores más expuestos y en los menos expuestos a la radiación UV no presentó diferencias estadísticas significativas. Un 17,9% de los trabajadores más expuestos, tienen Ametropía no corregida frente al 26,0% de los trabajadores menos expuestos con este mismo diagnóstico oftalmológico. No se encontraron evidencias de que éste diagnóstico tenga relación directa con la exposición a radiación UV.

La tabla N°. 9 muestra que, el Pterigion en los trabajadores más expuestos y menos expuestos a la radiación UV no presentó diferencias estadísticas significativas y que el 30,8% de los trabajadores más expuestos tienen Pterigion frente al 22,0% de los trabajadores menos expuestos con este mismo diagnóstico oftalmológico.

La tabla N°. 10 muestra que, la catarata en los trabajadores más expuestos y menos expuestos a la radiación UV no presentó diferencias estadísticas significativas y que el 12,8% de los trabajadores más expuestos tuvieron el diagnóstico de Catarata, frente al 10,0% de los trabajadores menos expuestos con este mismo diagnóstico oftalmológico.

Se ha mencionado que tal vez los trabajadores más expuestos sean los más jóvenes y cuenten con menos años de servicio y los menos expuestos sean los más longevos y tengan más años de labor; ello podría haber influido en que no se encuentre diferencia significativa entre la población más expuesta y la menos expuesta a la radiación solar, ya que si bien se esperaría que los trabajadores más expuestos (los más jóvenes) presenten un mayor número de enfermedades oculares, éstas son más prevalentes a medida que aumenta la edad (población menos expuesta). Sería conveniente recabar información sobre el color de ojos en futuras investigaciones, dado que es de importancia en la incidencia de la radiación UV en la retina y mácula: mientras más oscuro sea el color de ojos mayor protegidos estarán debido a que la melanina, que tiene mayor presencia en los iris oscuros es un factor de protección del globo ocular. Otro aspecto importante a tener en cuenta en estudios ulteriores es la protección personal, que tampoco ha sido considerada en el presente trabajo. Al respecto, es necesario indicar que los trabajadores del área Comercial de la empresa SEDAPAR S.A. cuentan con elementos de protección personal: lentes con protección UV y sombrero de ala ancha, desde aproximadamente dos años antes de la investigación.

CONCLUSIONES

PRIMERA: las alteraciones oftálmicas que padecen los trabajadores más expuestos a la radiación solar del área de Comercial de SEDAPAR (trabajadores que salen a campo seis días a la semana por ocho horas diarias) son: el 17,9% de los trabajadores tienen Ametropía no corregida, el 7.7 % de los trabajadores tienen Ametropía corregida, el 15.4% de los trabajadores tiene Ametropía parcialmente corregida, el 30,8% de los trabajadores tienen Pterigion y el 12,8% de los trabajadores tienen Catarata.

SEGUNDA: las alteraciones oftálmicas que padecen los trabajadores menos expuestos a la radiación solar del área de Comercial de SEDAPAR (trabajadores que salen a campo un día a la semana por ocho horas) son: el 26,0% de los trabajadores tienen Ametropía no corregida, el 14,0 % de los trabajadores tienen Ametropía corregida, el 10,0% de los trabajadores tiene Ametropía parcialmente corregida, el 22,0% de los trabajadores tienen Pterigion y el 10.0% de los trabajadores tienen Catarata.

TERCERA: en cuanto a las diferencias entre las alteraciones oftálmicas de los trabajadores más expuestos del área de Comercial de SEDAPAR y las alteraciones oftálmicas de los trabajadores menos expuestos, se concluye que, no se encontró diferencias estadísticamente significativas.

CUARTA: no se comprobó la hipótesis del presente estudio.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Desarrollar a través del Ministerio de Trabajo estudios sobre alteraciones oculares por exposición a radiación solar en los centros laborales en trabajos al aire libre.

SEGUNDA: Implicar a los trabajadores de SEDAPAR S. A. en el autocuidado de su salud visual.

TERCERA: Promover a través del Ministerio de Trabajo, que las empresas inviertan en protección personal adecuada de sus trabajadores.

CUARTA: Que SEDAPAR S.A en su programa anual de capacitaciones a sus trabajadores incluya charlas de cuidado de los ojos, protección de la radiación ultravioleta.

QUINTA: Que SEDAPAR S.A en su servicio de medicina ocupacional promueva la evaluación oftalmológica permanente para diagnóstico temprano de alteraciones oculares en los exámenes médicos ocupacionales.

SEXTA: Que en futuras investigaciones se tenga en cuenta el color de ojos, la protección personal y el tiempo de exposición a la radiación solar. Asimismo, es conveniente que la edad esté presente en todas las tablas para un mejor análisis de cada uno de los indicadores y subindicadores estudiados.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

CAPACITACIÓN SOBRE PROTECCIÓN OFTALMOLÓGICA DE LA RADIACIÓN SOLAR AL PERSONAL DEL AREA COMERCIAL DE LA EMPRESA SEDAPAR S.A.

I. Aspectos Generales

El 20 de agosto del año 2011 se aprobó la ley de Seguridad y Salud en el trabajo surgiendo una modificatoria el 08 de agosto del 2014, donde se establece la obligación de los empleadores de implementar una política de prevención de riesgos laborales y vigilar su cumplimiento a través de la identificación, evaluación, prevención y comunicación de los riesgos en el trabajo a sus trabajadores y el derecho de los trabajadores a estar informados de los riesgos de las actividades que realizan.

“El objeto de la presente ley es promover una cultura de prevención de riesgos laborales a través del deber de prevención de los empleadores, el rol de fiscalización y control del Estado y la participación de los trabajadores y sus organizaciones sindicales, quienes, a través del diálogo social, deben velar por la promoción, difusión y cumplimiento de la normativa sobre la materia”

El control preventivo de salud ocupacional se logra a través de la información y comunicación permanente que debe existir entre los empleadores y los trabajadores.

Si se detecta alguna enfermedad que sea producto de la actividad laboral, esta será informada inmediatamente al área de asistencia social y posteriormente a recursos humanos para la respectiva atención y rotación del personal.

II. Justificación

Alrededor del 63% de los trabajadores del área comercial de SEDAPAR sufren de alguna patología oftalmológica.

Al revisar las historias clínicas del consultorio médico de SEDAPAR nos percatamos que no se estaba cumpliendo con los protocolos de exámenes médicos ocupacionales según el área laboral.

Además, que desde solo hace tres años se estaba otorgando los elementos de protección personal a los trabajadores.

Asimismo, la radiación solar en la ciudad de Arequipa es alta, ya que con frecuencia se encuentra en 15, según datos del SENAMHI.

Por lo expuesto, se considera conveniente programar una capacitación sobre implementos de seguridad y salud en el trabajo para el personal del área comercial de la empresa SEDAPAR S.A.

III. Objetivos

Asegurar que tanto el empleador y a los trabajadores, estarán en condiciones de saber cuáles son los implementos de seguridad y salud en el trabajo que deben utilizar, para proteger el órgano visual y realizar sus actividades laborales sin riesgo de alteración oftálmica.

Disminuir las alteraciones oftálmicas ocasionadas por la actividad laboral con la finalidad de mejorar el estado de salud de los trabajadores y como consecuencia mejorara la productividad laboral.

IV. Formulación y Evaluación

1. Información sobre elementos de protección personal

Capacitación sobre elementos de protección personal, según el área laboral.

Dicha capacitación deberá realizarse cada seis meses de forma permanente para afianzar conocimientos y concientizar tanto al personal como a los empleadores sobre los beneficios de su uso.

2. Fase Política

Sostener una reunión con el Gerente General de la empresa SEDAPAR S.A., para concientizarlo a cerca del costo-beneficio que se obtendría con una capacitación anual sobre el uso de elementos de protección personal, resaltando la ventaja más beneficiosa que sería la reducción del 100% de alteración oftálmica ocasionada por la Radiación Solar, indicando que debe ser dirigido a los jefes y a los trabajadores del área comercial de SEDAPAR S.A.

3. Fase Técnica

Una vez aprobada la propuesta por la Gerencia General se informará a los jefes de recursos humanos, jefes del área, asistenta social y a los trabajadores del área comercial de SEDAPAR S.A.

La Oficina de Logística contratará al médico encargado de efectuar la capacitación, el cual será realizado el día propuesto por el área de recursos humanos, cumpliendo con el tema y los horarios establecidos.

4. Fase Operativa

El Médico Ocupacional contratado para dicha actividad deberá estar debidamente capacitado y actualizado.

El área de Asistencia Social validará lo solicitado.

5. Recursos

Los recursos mínimos con los que debe contar son los siguientes:

a) Infraestructura. -

Auditorio para la capacitación.

b) Mobiliario, equipos y otros.

Mobiliario: 100 sillas, un pupitre, una mesa, etc.

Equipos informáticos: una laptop, un retroproyector, dos micrófonos, etc.

Otros: lapiceros, lista de asistentes, etc.

c) Personal. -

Médico Ocupacional capacitado.

d) Documentos técnicos

Ley de seguridad y sal en el trabajo.

Manual de normas y procedimientos de bioseguridad.

Reglamento interno de Seguridad y Salud en el trabajo.

CAPACITACION	FECHA	DIA 1	DIA 2
IDENTIFICACION DE PELIGROS Y EVALUACION DE RIESGO OFTALMOLOGICO	20 DE JUNIO DEL 2017	IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS A LOS QUE ESTAN EXPUESTOS LOS TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR-AREQUIPA.	EVALUACION DE LOS RIESGOS A LOS QUE ESTAN EXPUESTOS LOS TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR-AREQUIPA.
IDENTIFICACION DE TRABAJADORES EXPUESTOS A RIESGO OFTALMOLOGICO	20 DE DICIEMBRE DEL 2017	IDENTIFICACION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR CADA UNO DE LOS TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR-AREQUIPA.	CLASIFICACION DE LOS DIFERENTES GRUPOS DE TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR-AREQUIPA, SEGÚN ACTIVIDAD.
EVALUACION DE LA MORBILIDAD OFTALMOLOGICA	20 DE JUNIO DEL 2018	INFORMACION DE LAS DIFERENTES PATOLOGIAS OFTALMOLOGICAS PRODUCIDAS POR LA EXPOSICION A RADIACION UV. EN TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR-AREQUIPA	INFORMACION SOBRE LOS DIVERSOS ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL (OFTALMOLOGICO)
REEVALUACION DE LA MORBILIDAD OFTALMOLOGICA	20 DE DICIEMBRE DEL 2018	COMPARACION ENTRE PATOLOGIAS OFTALMOLOGICAS ENCONTRADAS EN EL AÑO 2015 Y 2018 EN TRABAJADORES DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR-AREQUIPA	

6. Presupuesto

A continuación, se detalla el presupuesto de la capacitación solicitada.

Honorarios del médico capacitador: S/. 500.00

Trípticos informativos: S/. 90.00

Lapiceros: S/.50.00

Folders: S/. 30.00

Hojas bond: S/. 10.00

Refrigerio para ponente: S/. 10.00

TOTAL: S/. 690.00.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- DANNY ANDRES ARENAS SÁNCHEZ HODMAN STEVEN ZAPATA CASTAÑO
“libro interactivo sobre energía solar y sus aplicaciones” Universidad Tecnológica de
Pereira facultad de tecnología programa de tecnología eléctrica Pereira 2011.
radiacionsolarekolokitos.blogspot.com/2009/09/tipos-de-radiacion-solar.html.

HEMEROGRAFÍA

- 1.- AMBLARD P, BEANI J, REYMOND JL Y COLS. PHOTOCARCINOGENESE. ANN
DERMATOL VENEREOL
www.sochiderm.org/web/admin/revistas/1-2009/files/assets/.../publication.pdf
- 2.- Revista Peruana de Dermatología Vol. 12 N° 2 2002 “Efectos de las radiaciones
ultravioleta en la piel”
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/dermatologia/v12_n2/efectos_radiaciones2.htm
- 3.- FEMANDO M. STENGE “Envejecimiento Cutáneo ¡La expectativa de vida no deja de
aumentar... el envejecimiento cutáneo tampoco!” Basada en el artículo original
"Envejecimiento Cutáneo" publicado en Arch Argent Dermatol 56:1-15, 2006 Lorena
Consalvo, Myriam Dabhar, María Marta Santiesteban, Fernando M. Stengel.
Asawanondona P, Taylor CR. Fotoenvejecimiento: mecanismos celulares. Act Terap
Dermatol.
- 4.- www.inppares.org/revistass/Revista%20II%202009/14%20-%20Radiacion.pdf

INFOGRAFÍA

- 1.- ABRAHAM JUAREZ VILLA MARIA- Córdoba IPPEM 56
www.oni.escuelas.edu.ar/2008/CORDOBA/1324/trabajo/radiacionsolar.html
www.aemet.es/documentos/es/el tiempo/.../radiacion/Radiacion_Solar.pdf

- 2.- AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA GOBIERNO DE ESPAÑA, Ministerio de Agricultura, Alimentación y del medio ambiente, Agencia estatal de meteorología www.aemet.es/documentos/es/el tiempo/.../radiacion/Radiacion_Solar.pdf
- 3.- ROSA M. GARCIA HDEZ, “ lesiones oculares tras exposición solar” rosavision.blogspot.com/2009/07/lesiones-oculares-tras-exposicion-solar.html
- 4.- JUAN MIGUEL GONZÁLEZ MÁRMOL “Meteorología” www.astroyciencia.com/2012/02/08/tiposradiaciones-del-sol/
- 5.- La clínica universitaria de Óptica, Escuela Universitaria de Optica y Optometría de Madrid www.ucm.es/info/clinopto/Tiposdedefectosrefractivos.htm
- 6.- Larepublica.pe/07-12-2012/arequipa-en-la-era-solar-ya-produce-energia-con-el-sol es.slideshare.net/monicaruizballon/fotocarcinogenesis
- 7.- Larepublica.pe/06-11-2014/arequipa-se-convierte-en-un-infierno-por-radiacion
- 8.- MINISTERIO DE SALUD “guía técnica radiación ultravioleta de origen solar” GOBIERNO DE CHILE 2011 www.udec.cl/dirper/sites/default/files/guia_tecnica_radiacion_uv_minsal%20.pdf
<http://defectosrefractivoametropiasvisua.blogspot.pe/2015/08/pterigion.html>
- 9.- JORGE LUIS MIREZ TARRILLO “Definición de radiación directa, difusa y reflejada sobre un colector” agosto 12, 2011 , National University of Engineering, Universidad Nacional de Ingeniería <https://jmirez.wordpress.com/>
- 10.- MARCO QUEZADA GAETE “exposición laboral a la radiación ultravioleta de origen solar” informeradiacion.blogspot.com/2016/04/exposicionlaboral-la-radiacion.html
<https://www.jnjvisioncare.es/education/uv-and-contact-lenses/uv-damage>
- 11.- GONZALO RUIZ “Energía solar renovable” <http://erenovable.com/2011/01/16/radiacion-solar/>

12.- LORENA RUZAFÁ OTÓN “La energía solar en la edificación: La energía solar térmica y la energía solar fotovoltaica” Julio 2009 www.sol-arq.com/index.php/radiacion_solar/espectro_sol4ar

13.- CLINICA VALLE: oftalmología y especialidades
www.clinicavalle.com/salud-visual/efectos-radiacion-solar.html

15.- repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/8572/50012000.pdf?sequence=1
https://es.wikipedia.org/.../Anexo:CIE-10_Capítulo_VII:

16.- thales.cica.es/rd/Recursos/rd997ed99-0504-01/tipos-ondas.html





ANEXOS

1. Proyecto de tesis
2. Matriz de sistematización

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ESCUELA DE POST-GRADO

MAESTRÍA EN SALUD OCUPACIONAL Y DEL MEDIO AMBIENTE



**“ALTERACION OFTALMICA EN TRABAJADORES EXPUESTOS A
RADIACION SOLAR DEL AREA COMERCIAL DE SEDAPAR S.A.
AREQUIPA, 2015-2016”**

**Proyecto de Tesis presentado por la Bachiller
ROCIO KARINA VALVERDE PEREZ**

**para optar el Grado Académico de
Maestro en Salud Ocupacional y del Medio Ambiente**

Arequipa - 2016

I. PREÁMBULO

Hace 03 años laboro en la empresa SEDAPAR S.A. en el cargo de Médico Control para los trabajadores de dicha institución, al pasar los años me di cuenta que las actividades que realizamos no estaban de acuerdo a lo que se planteaba en la ley de seguridad y salud en el trabajo y se decidió reorganizar las tareas y actividades asignadas al hasta ahora llamado Departamento Médico.

Por iniciativa propia y gracias a los conocimientos que se venían adquiriendo en las aulas de la Maestría en Salud Ocupacional y del Medio Ambiente observé que habían muchas áreas en las que los trabajadores estaban expuestos a problemas médicos ocasionados por su actividad laboral, motivo por el cual visité las distintas sedes de la empresa SEDAPAR S.A. y conversé con los trabajadores de las distintas áreas, tratando de buscar un tema que no se había tratado antes y que sea el inicio de una nueva etapa en la historia de la salud ocupacional en dicha empresa.

Visité las siguientes sedes:

- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Chilpina.
- Planta de tratamiento de Producción de Agua La Tomilla.
- Sede Central
- Reservorios de los distintos distritos (30).

El área Comercial de SEDAPAR S.A. cuenta con 02 grupos de trabajadores, un grupo de trabajadores que sale al campo alrededor de 8 horas diarias por 06 días a la semana y están más expuestos a la Radiación Solar y otro grupo de trabajadores que sale al campo 8 horas al día una vez por semana y están menos expuestos a la Radiación Solar, teniendo en cuenta que uno de los órganos a los que afecta la Radiación Solar es la vista y siendo la visión uno de los 5 sentidos del cuerpo humano el cual goza de todo nuestro cuidado es que me animé a realizar el presente estudio, cuyo objetivo es comparar las Alteraciones Oftálmicas que presentan éstos grupos de trabajadores.

II. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. Problema de investigación

1.1 Enunciado

Alteración Oftálmica en trabajadores expuestos a Radiación Solar del área Comercial de SEDAPAR S.A. Arequipa, 2015-2016

1.2 Descripción

1.2.1 Campo, área y línea de investigación

Campo : Ciencias de la Salud.
Área : Salud Ocupacional
Línea : Enfermedades laborales.

1.2.2 Análisis y Operacionalización de variable e indicadores

Variable	Indicadores
Alteración Oftálmica: (Trastorno que se presenta cuando se altera cualquier parte de la anatomía del ojo).	Queratoconjuntivitis
	Maculopatía
	Conjuntivitis
	Catarata
	Pterigion
	Ametropía

1.2.3 Interrogantes de investigación

¿Cuáles son las alteraciones oftálmicas que padecen los trabajadores del área de Comercial de SEDAPAR que salen a campo seis días a la semana por ocho horas diarias?

¿Cuáles son las alteraciones oftálmicas que padecen los trabajadores del área de Comercial de SEDAPAR que salen a campo un día a la semana por ocho horas?

¿Cuáles son las diferencias entre las alteraciones oftálmicas de los trabajadores del área de Comercial de SEDAPAR que salen a campo seis días a la semana por ocho horas diarias y las de los que salen a campo un día a la semana por ocho horas?

1.2.4 Tipo de investigación

Documental

1.2.5 Nivel de investigación

Descriptivo y comparativo.

1.3 Justificación

Se ha elegido el presente estudio porque tiene relevancia científica, ya que permitirá describir si, los trabajadores del área Comercial de SEDAPAR S.A. que están expuestos a la Radiación Solar presentan Alteración Oftálmica y además podremos comparar si los trabajadores más expuestos a la Radiación Solar presentan mayor Alteración Oftálmica que los menos expuestos.

Además, tiene relevancia humana, debido a que la patología oftalmológica es muy limitante y está orientado a descubrir aspectos del estado de salud de un importante grupo de personas que trabajan en campo en SEDAPAR S.A.

Por todo ello, es de interés personal conocer las diferencias entre las Alteraciones Oftálmicas de los trabajadores del área Comercial de SEDAPAR S.A. que están más expuestos versus los que están menos expuestos para catalogarla como enfermedad ocupacional en trabajadores de SEDAPAR S.A. y así poder hacer las propuestas de intervención correspondientes y aportar con dicha información a la sociedad expuesta en general.

Así mismo, tiene relevancia social, ya que podría ser de utilidad para efectuar intervenciones de promoción de la salud con el objeto de mejorar la calidad de vida del trabajador, aportar en un diseño y aplicación de un programa de salud dirigido a prevenir y detectar en forma temprana enfermedades oftalmológicas a fin de darles tratamiento oportuno o controlarlas y además sería de mucho interés para la población arequipeña en general por los índices de radiación que presentamos día a día en nuestra ciudad.

2. Marco conceptual

2.1 Radiación Solar

2.1.1 Concepto

La energía solar resulta del proceso de fusión nuclear que tiene lugar en el sol. Esta energía es el motor que mueve nuestro medio ambiente, siendo la energía solar que llega a la superficie terrestre 10.000 veces mayor que la energía consumida actualmente por toda la humanidad.

La radiación es transferencia de energía por ondas electromagnéticas y se produce directamente desde la fuente hacia fuera en todas las direcciones. Estas ondas no necesitan un medio material para propagarse, pueden atravesar el espacio interplanetario y llegar a la Tierra desde el Sol.

La longitud de onda y la frecuencia de las ondas electromagnéticas, son importantes para determinar su energía, su visibilidad y su poder de penetración. Todas las ondas electromagnéticas se desplazan en el vacío a una velocidad de 299.792 Km/s.

Estas ondas electromagnéticas pueden tener diferentes longitudes de onda.

El conjunto de todas las longitudes de onda se denomina espectro electromagnético. El conjunto de las longitudes de onda emitidas por el Sol se denomina espectro solar.

La proporción de la radiación solar en las distintas regiones del espectro es aproximadamente:

Ultravioleta: 7%

Luz visible: 43%

Infrarrojo: 49%

El resto: 1%

Radiación (del latín radiatio) es la acción y efecto de irradiar o despedir rayos de luz, calor u otra energía, para la física, se trata de la energía ondulatoria o de las partículas materiales que se propagan a través del espacio.

La Radiación Solar es el flujo de energía que recibimos del Sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias (luz visible, infrarroja y ultravioleta).

“Estas radiaciones pueden ser cuantificadas y se expresan en unidades de irradiancia, una unidad que refleja su potencia por unidad de superficie. Una característica particular de la radiación es que se trata de una forma de energía que puede ser transmitida en el vacío, lo cual hace que sean capaces de atravesar el espacio.

La cantidad de radiación solar que llega a nuestro planeta depende de factores como la distancia entre la tierra y el sol, la dirección o el ángulo en que estas radiaciones entran a la atmosfera y los movimientos que normalmente tiene la tierra de rotación y traslación.”¹

¹ ABRAHAM JUAREZ VILLA MARIA- Córdoba IPEM 56
www.oni.escuelas.edu.ar/2008/CORDOBA/1324/trabajo/radiacionsolar.html
GOBIERNO DE ESPAÑA, Ministerio de Agricultura, Alimentación y del medio ambiente, Agencia estatal de meteorología
www.aemet.es/documentos/es/eltiempo/.../radiacion/Radiacion_Solar.pdf

El Sol es una estrella que se encuentra a una temperatura media de 6000 K, en cuyo interior tienen lugar una serie de reacciones de fusión nuclear que producen una pérdida de masa que se transforma en energía. Esta energía liberada del Sol se transmite al exterior mediante la radiación solar. El Sol se comporta prácticamente como un cuerpo negro, el cual emite energía. La radiación solar se distribuye desde el infrarrojo hasta el ultravioleta.

Estas radiaciones electromagnéticas son ondas que se originan por la aceleración de las cargas eléctricas, una vez que llegan a la tierra se estima que solo la mitad logra alcanzar la superficie terrestre, bien sea de forma directa o al ser dispersada por la atmósfera. El resto de las radiaciones son absorbidas o dispersadas por elementos terrestres o bien se pierden en el espacio. Uno de los componentes atmosféricos relacionados con la absorción de estas radiaciones, especialmente en el espectro ultravioleta, es el ozono.

No toda la radiación alcanza la superficie de la Tierra, porque las ondas ultravioletas más cortas son absorbidas por los gases de la atmósfera, fundamentalmente por el ozono.

La magnitud que mide la radiación solar que llega a la Tierra es la irradiancia, que mide la energía que, por unidad de tiempo y área, alcanza a la Tierra. Su unidad es el W/m^2 (vatio por metro cuadrado).

La atmósfera juega un importante papel en el aprovechamiento de esta forma de energía ya que es capaz de mantenerla sobre la superficie terrestre permitiendo que se mantenga un nivel de temperatura, en los planetas que carecen de atmósfera las radiaciones solares son reflejadas completamente hacia el espacio.

Gran parte de la radiación solar es percibida por el ojo humano como luz blanca, sin embargo, una proporción importante de estas radiaciones no pueden ser percibidas por hallarse en los espectros infrarrojos o ultravioletas.

Las radiaciones solares del tipo ultravioleta revisten gran importancia tanto del tipo médica como industrial.

Desde el punto de vista de la salud son bien conocidos los efectos adversos de estas radiaciones sobre estructuras como la piel, en donde son capaces de dar lugar a la aparición de distintos tipos de tumores malignos, así como ocasionar lesiones como manchas y deterioro cutáneo que se conoce como foto envejecimiento.

A nivel industrial, los efectos adversos de este tipo de radiaciones han encontrado una serie de usos beneficiosos como un mecanismo para esterilizar y desinfectar diversos productos y superficies, ya que al exponer a los microorganismos a estas radiaciones es posible dañar su ADN impidiendo así que se repliquen, a dosis mayores de radiación es posible romper su membrana celular desintegrando así la célula lo que llevará a la muerte del microorganismo.

La radiación solar tiene una importancia vital en el suministro de energía para las funciones en la Tierra, y afecta los procesos físicos y químicos de los seres vivos.

Aproximadamente la mitad de las que recibimos, comprendidas entre $0.4\mu\text{m}$ y $0.7\mu\text{m}$, pueden ser detectadas por el ojo humano, constituyendo lo que conocemos como luz visible. De la otra mitad, la mayoría se sitúa en la parte infrarroja del espectro y una pequeña parte en la ultravioleta. La capa más externa que es la que produce casi toda la radiación observada se llama fotosfera y tiene una temperatura de unos 6000 K. Tiene sólo una anchura de entre 200 y 300 km. Por encima de ella está la cromosfera con una anchura de unos 15000 km. Más exterior aún es la corona solar una parte muy tenue y caliente que se extiende varios millones de kilómetros y que sólo es visible durante los eclipses solares totales.

Sus regiones interiores son totalmente inaccesibles a la observación directa y es allí donde ocurren temperaturas de unos 20 millones de grados necesarios para producir las reacciones nucleares que producen su energía.

La porción de esta radiación que no es absorbida por la atmósfera, es la que produce quemaduras en la piel a la gente que se expone muchas horas al sol sin

protección. La radiación solar se mide normalmente con un instrumento denominado piranómetro.

“La energía solar resulta del proceso de fusión nuclear que tiene lugar en el sol. Esta energía es el motor que mueve nuestro medio ambiente, siendo la energía solar que llega a la superficie terrestre 10.000 veces mayor que la energía consumida actualmente por toda la humanidad. La radiación es transferencia de energía por ondas electromagnéticas y se produce directamente desde la fuente hacia fuera en todas las direcciones. Estas ondas no necesitan un medio material para propagarse, pueden atravesar el espacio interplanetario y llegar a la Tierra desde el Sol. La longitud de onda y la frecuencia de las ondas electromagnéticas, son importantes para determinar su energía, su visibilidad y su poder de penetración. Todas las ondas electromagnéticas se desplazan en el vacío a una velocidad de 299.792 Km/s Estas ondas electromagnéticas pueden tener diferentes longitudes de onda. El conjunto de todas las longitudes de onda se denomina espectro electromagnético. El conjunto de las longitudes de onda emitidas por el Sol se denomina espectro solar.”²

Clasificación de las Radiaciones

De acuerdo a su energía, se clasifican en Radiaciones ionizantes y no ionizantes.

Radiaciones Ionizantes Corresponden a las radiaciones de mayor energía (menor longitud de onda) dentro del espectro electromagnético. Tienen energía suficiente como para arrancar electrones de los átomos con los que interaccionan, es decir, para producir ionizaciones.

Las radiaciones ionizantes son de tres tipos:

- **Partículas alfa α .** Son núcleos de helio (formados por dos protones y dos neutrones). Las partículas alfa son las radiaciones ionizantes con mayor masa, por lo que su capacidad de penetración en la materia es limitada, no pudiendo atravesar una hoja de papel o la piel de nuestro cuerpo. Las partículas alfa son muy energéticas.

² GONZALO RUIZ “Energía solar renovable” <http://renovable.com/2011/01/16/radiacion-solar/>

- **Partículas beta β .** Son electrones o positrones y poseen una masa mucho menor que las partículas alfa, por lo que tienen mayor capacidad para penetrar en la materia. Una partícula beta puede atravesar una hoja de papel, pero será detenida por una fina lámina de metal o metacrilato y por la ropa. Son menos energéticas que las partículas alfa.

- **Rayos gamma γ .** Son radiaciones electromagnéticas, por lo que no tienen masa ni carga, lo que les hace tener un gran poder de penetración en la materia. Para detenerlas es necesaria una capa gruesa de plomo o una pared de hormigón.

Los rayos gamma y los rayos X tienen las mismas propiedades, diferenciándose únicamente en su origen. Mientras que los rayos gamma se producen en el núcleo del átomo, los rayos X proceden de las capas externas del átomo, donde se encuentran los electrones.³

- Existe un cuarto tipo de radiación ionizante, los neutrones, si bien hay que saber que éstos no son ionizantes por sí mismos, es decir cuando interactúan con la materia no arrancan electrones. Sin embargo, cuando chocan con un núcleo atómico pueden activarlo o hacer que éste emita una partícula cargada o un rayo gamma, por lo que son ionizantes de forma indirecta. Los neutrones son las radiaciones ionizantes con mayor capacidad de penetración, por lo que para detenerlos hace falta una gruesa pared de hormigón, agua ligera y/o pesada, grafito, berilio y/o boro-10.

Radiaciones no Ionizantes. Son aquellas que no poseen suficiente energía para arrancar un electrón del átomo, es decir, no son capaces de producir ionizaciones.

Las radiaciones no ionizantes son de baja energía, es decir, no son capaces de ionizar la materia con la que interactúan. Estas radiaciones se pueden clasificar en dos grandes grupos:

³ JUAN MIGUEL GONZÁLEZ MÁRMOL "Meteorología" www.astrociencia.com/2012/02/08/tipos-radiaciones-del-sol/

- **Radiaciones electromagnéticas.** A este grupo pertenecen las radiaciones generadas por las líneas de corriente eléctrica o por campos eléctricos estáticos. Otros ejemplos son las ondas de radiofrecuencia, utilizadas por las emisoras de radio y las microondas utilizadas en electrodomésticos y en el área de las telecomunicaciones. es aquella supone la propagación de energía mediante la combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes.
- Se conoce como espectro electromagnético a la distribución energética de las ondas electromagnéticas, que van desde los rayos gamma (cuya longitud de onda se mide en picómetros) hasta las ondas de radio (con longitudes de onda que pueden medirse en kilómetros).
- **Radiaciones ópticas.** Pertenecen a este grupo los rayos infrarrojos, la luz visible y la radiación ultravioleta.

2.1.2 Clasificación de la Radiación Solar

La Radiación Solar es un factor clave para generar energía eléctrica, que hoy en día es básica en cualquier ámbito urbano. Por lo tanto, la radiación solar constituye una fuente de energía alterna cuya importancia reside en su permanente disponibilidad, escasos efectos dañinos sobre el medio ambiente y asequibilidad económica a largo plazo.⁴

- **Radiación Directa.** Es aquella que llega directamente del Sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Este tipo de radiación se caracteriza por proyectar una sombra definida de los objetos opacos que la interceptan.

MEDIDA DE LA RADIACIÓN DIRECTA, La radiación solar directa se mide por medio de pirheliómetros. Merced al empleo de obturadores, solamente se mide la radiación procedente del sol y de una región anular del cielo muy próxima al astro. En los instrumentos modernos, esta última abarca

⁴ LORENA RUZAFÁ OTÓN "La energía solar en la edificación: La energía solar térmica y la energía solar fotovoltaica" Julio 2009 www.sol-arq.com/index.php/radiacion_solar/espectro_solar

un semiángulo de 25° aproximadamente a partir del centro del Sol. Generalmente el sensor está dotado de un visor en el que un pequeño punto luminoso coincide con una marca situada en el centro del mismo cuando la superficie receptora se halla en posición exactamente perpendicular al haz solar directo. Por lo que se precisa que todos los pirheliómetros vayan montados sobre un mecanismo que le permita un seguimiento muy preciso del Sol.

Lo normal es que se calibren con el WSG en el transcurso de las Comparaciones Pirheliométricas Internacionales que se organizan cada 5 años. Un sensor referenciado al WSG puede usarse como patrón primario para calibrar de nuevo, por comparación y usando el sol como fuente, pirheliómetros secundarios de primera y segunda clase.

En un día despejado, con Cielo limpio, la radiación directa es preponderante sobre la radiación difusa.

Por el contrario, en un día nublado no existe radiación directa y la totalidad de la radiación que incide es difusa.

Los distintos tipos de colectores solares aprovechan de forma distinta la radiación solar. Los colectores solares planos, por ejemplo, captan la radiación total (directa + difusa), sin embargo, los colectores de concentración sólo captan la radiación directa. Por esta razón, los colectores de concentración suelen situarse en zonas de muy poca nubosidad y con pocas brumas, en el interior, alejadas de las costas. Los colectores solares planos pueden colocarse en cualquier lugar, siempre que la Insolación sea suficiente.

La tasa de irradiación depende en cada instante del ángulo que forman la normal a la superficie en el punto considerado y la dirección de incidencia de los rayos solares. Por supuesto, dada la lejanía del Sol respecto de nuestro planeta, podemos suponer, con muy buena aproximación, que los rayos del Sol inciden esencialmente paralelos sobre el planeta.⁵

⁵ DANNY ANDRES ARENAS SÁNCHEZ HODMAN STEVEN ZAPATA CASTAÑO "LIBRO INTERACTIVO SOBRE ENERGIA SOLAR Y SUS APLICACIONES" Universidad Tecnológica de Pereira facultad de tecnología programa de tecnología eléctrica Pereira 2011.

No obstante, en cada punto del mismo, localmente considerado, la inclinación de la superficie respecto a dichos rayos depende de la latitud y de la hora del día para una cierta localización en longitud. Dicha inclinación puede definirse a través del ángulo que forman el vector normal a la superficie en dicho punto y el vector paralelo a la dirección de incidencia de la radiación solar.

- **Radiación Difusa.** Parte de la radiación que atraviesa la atmósfera es reflejada por las nubes o absorbida por éstas.

Esta radiación, que se denomina difusa, va en todas direcciones, como consecuencia de las reflexiones y absorciones, no sólo de las nubes sino de las partículas de polvo atmosférico, montañas, árboles, edificios, el propio suelo, etc.

Este tipo de radiación se caracteriza por no producir sombra alguna respecto a los objetos opacos interpuestos. Las superficies horizontales son las que más radiación difusa reciben, ya que ven toda la bóveda celeste, mientras que las verticales reciben menos porque sólo ven la mitad.

MEDIDA DE LA RADIACIÓN GLOBAL Y DIFUSA, La radiación global se define como la radiación solar recibida de un ángulo sólido de 2π estereorradianes sobre una superficie horizontal. La radiación global incluye la recibida directamente del disco solar y también la radiación celeste difusa dispersada al atravesar la atmósfera. El instrumento necesario para medir la radiación global es el piranómetro. Este se utiliza a veces para medir la radiación incidente sobre superficies inclinadas y se dispone en posición invertida para medir la radiación global reflejada (albedo). Para medir solamente la componente difusa de la radiación solar, la componente directa se cubre por medio de un sistema de pantalla o sombreado.

- **Radiación Reflejada:** La radiación reflejada es, como su nombre indica, aquella reflejada por la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende

del coeficiente de reflexión de la superficie, también llamado albedo. Las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, porque no ven ninguna superficie terrestre y las superficies verticales son las que más radiación reflejada reciben.

• **Radiación Global:** Es la radiación total, la suma de las tres radiaciones.⁶

En un día despejado, con cielo limpio, la radiación directa es preponderante sobre la radiación difusa. Por el contrario, en un día nublado no existe radiación directa y la totalidad de la radiación que incide es difusa.

Las superficies horizontales reciben más radiación difusa que reflejada y las superficies verticales más reflejada que difusa.

Otra Clasificación de la Radiación Solar

El Sol proporciona la energía necesaria para que exista vida en la Tierra. El Sol emite radiaciones a lo largo de todo el espectro electromagnético, desde el infrarrojo hasta el ultravioleta.

No toda la radiación solar alcanza la superficie de la Tierra, porque las ondas ultravioletas más cortas son absorbidas por los gases de la atmósfera, fundamentalmente por el ozono.

• **Infrarroja.** Esta parte del espectro está compuesta por rayos invisibles que proporcionan el calor que permite mantener la Tierra caliente.

MEDIDA DE LA RADIACIÓN INFRARROJA, El instrumento usado para medir radiaciones de onda larga son los pirgeómetros. La mayoría de éstos eliminan las longitudes de onda cortas mediante filtros que presentan una transparencia constante a longitudes de onda largas mientras que son casi opacos a longitudes de onda más cortas (300 a 3000nm).

⁶ ABRAHAM JUAREZ VILLA MARIA- Córdoba
www.oni.escuelas.edu.ar/2008/CORDOBA/1324/trabajo/radiacionsolar.html

- **Visible.** Esta parte del espectro, que puede detectarse con nuestros ojos, nos permite ver y proporciona la energía a las plantas para producir alimentos mediante la fotosíntesis.

- **Ultravioleta.** No podemos ver esta parte del espectro, pero puede dañar nuestra piel si no está bien protegida, pudiendo producir desde quemaduras graves hasta cáncer de piel.

La Radiación Ultravioleta, aunque tan sólo representa el 7 % de la radiación total, los efectos que provoca sobre los seres vivos y el medio ambiente hace que sea muy importante. Así las variaciones tienen una influencia relevante sobre la salud (cáncer de piel, cataratas), el clima (variación del balance energético terrestre), procesos biológicos (fotosíntesis), ecológicos (modificación de ecosistemas) y fotoquímicos (formación y descomposición de contaminantes). Todo esto unido a una posible disminución de la capa de ozono, provocando una mayor cantidad de radiación UV, resultaría muy dañino sobre todo para la salud humana.

Por todo esto la Organización Mundial para la Salud puso en marcha la medida sistemática de la radiación UVB.⁷

La radiación ultravioleta (UV) es una radiación electromagnética cuya longitud de onda va aproximadamente desde los 400 nm, el límite de la luz violeta, hasta los 15 nm, donde empiezan los rayos X. El exceso de los rayos UV puede tener consecuencias graves para la salud, ya que es capaz de provocar cáncer, envejecimiento y otros problemas de la piel como quemaduras. Además, puede causar cataratas y otras lesiones en los ojos y puede alterar el sistema inmunitario.

Los niños deben aprender a cuidarse del sol porque la exposición excesiva durante la infancia y juventud puede provocar cáncer de piel más adelante. Hay una serie de factores que afectan de manera directa a la radiación ultravioleta que llega a la superficie terrestre; estos son:

⁷ JORGE LUIS MIREZ TARRILLO "Definición de radiación directa, difusa y reflejada sobre un colector" agosto 12, 2011, *National University of Engineering, Universidad Nacional de Ingeniería* <https://jmirez.wordpress.com/>

OZONO ATMOSFERICO	ELEVACION SOLAR
ALTITUD	REFLEXION
NUBES Y POLVO	DISPERSION ATMOSFERICA

El Índice UV es una unidad de medida de los niveles de radiación ultravioleta relativos a sus efectos sobre la piel humana. Este índice puede variar entre 0 y 16 y tiene cinco rangos:

Índice UV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 ó mayor
	Bajo		Moderado		Alto		Muy alto		Extremado		

Cuanto menor es la longitud de onda de la luz ultravioleta, más daño puede causar a los seres vivos, pero también es más fácilmente absorbida por la capa de ozono. Existen tres tipos de radiación ultravioleta, que tienen distinta energía o longitud de onda: UVA, UVB y UVC. La mayoría de la radiación UV que llega a la tierra es del tipo UVA (mayor longitud de onda), con algo de UVB.

Tipos de Radiación Ultravioleta, cuanto mayor sea ésta, menos energía tendrá, y viceversa.

- **Radiación solar ultravioleta tipo A (UV-A).** Su longitud de onda fluctúa entre 320 y 400 nm. Alcanza totalmente la superficie terrestre, no es retenida por la atmósfera.
- **Radiación solar ultravioleta tipo B (UV-B).** Su longitud de onda fluctúa entre 280 a 320 nm. El 90% se bloquea por el ozono y el oxígeno de la atmósfera. Es más energética y dañina para la biosfera que la radiación UV-A.

- **Radiación solar ultravioleta tipo C (UV-C).** Su longitud de onda fluctúa entre 100 y 280 nm constituye la fracción más energética. Este tipo de radiación y otras partículas energéticas (rayos X, rayos gamma y rayos cósmicos) son retenidas totalmente en las regiones externas de la atmósfera y no alcanzan la superficie terrestre.⁸

2.1.3 Consecuencias

La exposición exagerada a la radiación solar puede ser perjudicial para la salud. Esto está agravado por el aumento de la expectativa de vida humana, que está llevando a toda la población mundial, a permanecer más tiempo expuesto a las radiaciones solares, con el riesgo mayor de cáncer de piel.

La radiación ultravioleta, es emitida por el Sol en longitudes de onda que van aproximadamente desde los 150 nm (1500 Å), hasta los 400 nm (4000 Å), en las formas UV-A, UV-B y UV-C, pero a causa de la absorción por parte de la atmósfera terrestre, el 99 % de los rayos ultravioletas que llegan a la superficie de la Tierra son del tipo UV-A. Ello nos libra de la radiación ultravioleta más peligrosa para la salud. La atmósfera ejerce una fuerte absorción que impide que la atraviese toda radiación con longitud de onda inferior a 290 nm. (2900 Å).

INMEDIATOS

- **Quemadura solar,** se produce en primer lugar y de manera inmediata un eritema o enrojecimiento, que comienza a aparecer a las pocas horas de iniciar la exposición al sol y alcanza su máxima intensidad a las 12-24 horas. Cuanto la exposición es excesivamente prolongada y persistente su aparición puede ser muy intensa e incluso se puede producir una quemadura más profunda con formación de inflamación, edema y ampollas. La facilidad con que aparece el eritema es proporcional al número de exposiciones previas a los rayos ultravioletas. Este enrojecimiento de la piel se debe a la acción directa de los rayos ultravioleta tipo B. Estos rayos penetran poco en la piel, afectan a la

⁸ Revista Peruana de Dermatología Vol. 12 Nº 2 2002 “Efectos de las radiaciones ultravioleta en la piel” http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/dermatologia/v12_n2/efectos_radiaciones2.htm

epidermis y sólo un 10% llegan a la zona de la unión epidermis-dermis. Los rayos ultravioletas de tipo A también pueden producir eritema, pero se necesitan 1.000 veces más de radiación.⁹

- **Bronceado**, en algunas personas con un fototipo de piel alto, la pigmentación puede instalarse de entrada sin observarse eritema previo.

La pigmentación oscura de la piel (bronceado) puede ser inmediata tras la exposición por oscurecimiento del pigmento ya existente, o retardada alrededor de los 3 días por síntesis de nuevo pigmento por parte de los melanocitos. El bronceado, es la consecuencia de la acción de los rayos ultravioletas tipo A. Son los rayos que emiten las cabinas de bronceado artificial.

Existe la falsa creencia de que estar moreno es signo de protección de los efectos perjudiciales del sol, pero como hemos dicho, el bronceado sólo nos protege de las quemaduras, pero no nos protege de los efectos tardíos relacionados con la exposición crónica como son el envejecimiento o el desarrollo de cánceres cutáneos. La melanina nos protege de los rayos ultravioleta B, pero no de los A, de manera que la radiación llega a las capas más internas de la piel y produce sus efectos irreversibles: cambios profundos en la vascularización de la dermis, degeneración del colágeno y carcinogénesis cutánea. A dicha radiación se deben los procesos degenerativos cutáneos que aparecen con la edad y que se aceleran en aquellos individuos expuestos excesivamente al sol, ya sea por la latitud geográfica, por su profesión (marineros, empleados de la construcción y labores agrícolas) o simplemente por su excesivo amor al sol. Lo grave es que debido a los efectos acumulativos de los rayos ultravioleta A y su acción interna, las lesiones se demuestran a lo largo del tiempo, cuando la prevención ya no es posible.

- Alteraciones del sistema inmunitario
- Insolaciones

⁹ Agencia estatal de Meteorología GOBIERNO DE ESPAÑA, Ministerio de Agricultura, Alimentación y del medio ambiente, Agencia estatal de meteorología www.aemet.es/documentos/es/el tiempo/.../radiacion/Radiacion_Solar.pdf

TARDÍOS (por exposición crónica).

• **Fotoenvejecimiento cutáneo**, (envejecimiento prematuro de la piel que implica dilatación vascular, arrugas y manchas) Los rayos UV, sobre todo de tipo A, así como otros factores externos (polución ambiental, humo, tabaco, ...) provocan la formación de radicales libres con gran capacidad oxidante, que dañan las células y provocan un envejecimiento de la piel.

Desde el punto de vista clínico, el fotoenvejecimiento es indudablemente responsable de la mayor parte de los cambios no deseados del aspecto de la piel. Se manifiesta particularmente en las zonas del cuerpo que están más expuestas al sol (cara, cuello y manos).¹⁰

En estas zonas la piel pierde elasticidad, se hace áspera, se arruga, toma un color amarillo y aparece una pigmentación irregular con diversas pequeñas manchas oscuras (manchas de envejecimiento), salpicada de telangiectasias y arañas vasculares.

La característica histológica (al mirar al microscopio) del fotoenvejecimiento es la elastosis dérmica, producida por degeneración de las fibras elásticas. La epidermis de una piel foto envejecida se caracteriza por variabilidad en cuanto a su grosor, con una alternancia de áreas con una gran atrofia y áreas hiperplásicas (más engrosadas); en cuanto a la pigmentación, se observan léntigos solares (lesiones dermatológicas pigmentadas asociadas a la exposición solar crónica) junto con áreas despigmentadas (esto es muy típico en antebrazos y piernas, a modo de pequeñas "gotas" sin pigmento). Los melanocitos están irregularmente distribuidos a lo largo de la membrana basal y las células de Langerhans epidérmicas están en mucho menor número, en comparación con la piel protegida de la misma persona.

Se ha demostrado que dosis moderadas de UVB asociadas a altas dosis de UVA producen una gran elastosis, mucho mayor que la que ocasionan separadamente las radiaciones UVA o UVB.

¹⁰ www.inppares.org/revistasss/Revista%20II%202009/14%20-%20Radiacion.pdf

Esta simulación corresponde a la utilización de un filtro solar de factor de protección elevado, sólo frente a la radiación UVB.

Podemos considerar dos mecanismos de prevención del fotoenvejecimiento: uno pasivo utilizando filtros solares adecuados, acompañados de los cosméticos hidratantes necesarios para reponer el agua perdida por efecto de las radiaciones solares, y otro activo, contrarrestando el efecto nocivo que los radicales libres, inducidos por las radiaciones solares, producen sobre las cutáneas (con aparición de lipoperóxidos en las membranas celulares y las alteraciones oxidativas en proteínas y ácidos nucleicos principalmente). En este sentido han comenzado a usarse sustancias antirradicales a modo de "filtros biológicos".

Este término comprende los cambios clínicos y microscópicos de la piel foto expuesta crónicamente. Tiene fenómenos propios, clínicos e histológicos que permiten diferenciarlo del envejecimiento fisiológico.

Clínicamente se encuentran arrugas superficiales y profundas, surcos, piel engrosada, manchas pigmentarias, coloración amarillenta o cetrina, laxitud, Telangiectasias. Además, en el contexto de una piel muy foto dañada usualmente se agregan lesiones premalignas y malignas.¹¹

La reserva biológica protectora individual frente al sol se pierde con los años. En personas de 80 años de edad la piel expuesta tiene un envejecimiento suplementario de 30 años comparado con la piel no expuesta de la misma persona.

• **Fotocarcinogénesis**, está relacionada con un efecto acumulativo dosis dependiente de LUV y el tipo de piel. Entre las evidencias que apoyan que la radiación solar particularmente la UV es un factor causal del cáncer de piel destacan:

- Asociación en blancos, del cáncer de piel con las áreas fotoexpuestas.

¹¹ Amblard P, Beani J, Reymond JL y cols. *Photocarcinogenesis. Ann Dermatol Venereol* www.sochiderm.org/web/admin/revistas/1-2009/files/assets/.../publication.pdf

- Asociación inversa con la protección contra la UV. El cáncer de piel es poco frecuente en las razas de piel oscura y por el contrario individuos de piel clara son más susceptibles a desarrollar cáncer de piel.
- Asociación con la cantidad de exposición solar. La prevalencia es mayor en los individuos que pasan más tiempo al aire libre.
- Asociación con la intensidad de la exposición solar. La incidencia en blancos aumenta con la cercanía al ecuador donde la intensidad de la radiación es más alta.
- Experimentalmente, con la LUV se ha demostrado una clara dosis respuesta en el desarrollo de acantosis, papilomatosis y eventualmente cáncer invasor.
- Evidencia clínica: Enfermedades genéticas con fotosensibilidad como Albinismo y Xeroderma pigmentoso se asocian a desarrollo precoz de cáncer de piel. Estos pacientes tienen una falla genética de sus mecanismos de reparación del DNA, específicamente de los dímeros de pirimidina.
- La fotocarcinogénesis provocada por una exposición solar excesiva persiste por 10 -20 años (efectos acumulativos). La UVB y UVA corta (320-340) provocan mutaciones del ADN a lo cual se asocia a un defecto de la inmunidad y alteración de los mecanismos de reparación de la piel.
- Según autores franceses 15 días de vacaciones en la playa cada año quintuplican el riesgo de cáncer. La exposición/vida de 150,000 horas de una piel mate (tipo IV) y de 50,000 horas de una piel tipo II produciría cáncer epidérmico.

Otro factor de riesgo de carcinogénesis es la disminución de la densidad de la capa de ozono que filtra la radiación UV que se atribuye a la presencia de fluorocarbonos en la atmósfera. La molécula de cloro se fija al oxígeno (Cl-O) quedando O₂.

La LUV también participa en la generación de melanomas. Las quemaduras por irradiación brusca, especialmente en niños o adolescentes y en zonas

¹ FEMANDO M. STENGE "Envejecimiento Cutáneo ¡La expectativa de vida no deja de aumentar... el envejecimiento cutáneo tampoco!" Basada en el artículo original "Envejecimiento Cutáneo" publicado en Arch Argent Dermatol 56:1-15, 2006 Lorena Consalvo, Myriam Dabhar, María Marta Santiesteban, Fernando M. Stengel.

habitualmente cubiertas son factores inductores de importancia. Esto es especialmente importante para pieles tipo I y II.¹²

Por cada 1% que baja la densidad de la capa de ozono aumenta en 1,5% la tasa de melanoma.

• **Alteraciones oculares**, (catarata, pterigium, maculopatía). La exposición del ojo a los rayos ultravioleta depende de numerosos factores: de la radiación reflejada por el suelo, del grado de intensidad de la luz del cielo que obliga a nuestros párpados a entornarse, de la cantidad de luz reflejada por la atmósfera, o de la utilización de gafas de sol.

Algunos de los efectos agudos de la radiación UV sobre el ojo son la fotoqueratitis (inflamación de la córnea y del iris) y la fotoconjuntivitis (inflamación de la conjuntiva, que es la membrana que recubre el interior de los párpados), que son trastornos dolorosos pero reversibles, y fácilmente evitables usando gafas de protección.

Entre los posibles efectos crónicos se cuentan la aparición de pterigium (tejido opaco blanquecino que se forma en la córnea), el cáncer de células escamosas de la conjuntiva (tumor maligno escamoso o en placa), y las cataratas. En la actualidad 16 millones de personas en todo el mundo afectadas de ceguera por cataratas; según estimaciones de la OMS, el número de estos casos causados por la exposición a los rayos UV podría ser de hasta un 20%.

2.1.4 Prevención

- Informar a la población sobre los riesgos a los que estamos expuestos por la radiación solar.
- Inculcar a la población sobre el uso de sombrero de ala ancha al realizar actividades al aire libre.

¹² FEMANDO M. STENGE "Envejecimiento Cutáneo ¡La expectativa de vida no deja de aumentar... el envejecimiento cutáneo tampoco!" Basada en el artículo original "Envejecimiento Cutáneo" publicado en Arch Argent Dermatol 56:1-15, 2006 Lorena Consalvo, Myriam Dabhar, María Marta Santiesteban, Fernando M. Stengel.

Asawanondona P, Taylor CR Fotoenvejecimiento: mecanismos celulares. Act Terap Dermatol

- Inculcar hábitos de vestimenta acorde con el medio ambiente local (utilice ropa de manga larga).
- No desarrollar actividades entre 10:00 y 14:00(desfiles, izamiento de banderas, procesiones, etc.).
- Proponer la realización de campañas d salud pública con el apoyo de instituciones con el fin de detectar a tiempo enfermedades relacionadas con la radiación solar.
- Fomentar el uso de lentes con protección UV.
- Busque y prefiera la sombra
- Use bloqueador solar con SPF mayor a 15°C.¹³

2.1.5 La Radiación Solar en Arequipa

Arequipa se ha convertido en una ciudad altamente peligrosa para la Salud Pública por los excesos medio ambientales que se producen como la Radiación Solar que ha sobrepasado ampliamente los estándares de calidad establecidos por la Organización Mundial de la Salud, el límite permisible es de 11 puntos de Índice de Radiación Ultravioleta y en la ciudad de Arequipa se registra hasta 18 puntos.

La medición de Índice de Radiación Ultravioleta y en la ciudad de Arequipa se mide mediante un sensor que se encuentra instalado en los altos del Hospital Goyeneche.

Según la oficina de protección del medio ambiente de Arequipa éstos valores no se encuentran muy alejados de los registrados hasta hace más de 20 años y es debido a que se encuentra ubicada en el desierto de Atacama que es uno de los más secos del mundo y eso contribuye a que la radiación solar sea más intensa.

De acuerdo a los resultados de estudios realizados por el Centro de Investigación de las Radiaciones en Arequipa (Cirad), la ciudad de Arequipa

¹³ larepublica.pe/07-12-2012/arequipa-en-la-era-solar-ya-produce-energia-con-el-sol
es.slideshare.net/monicaruizballon/fotocarcinogenesis

ocupa, a nivel mundial, el primer lugar en cuanto a mayor radiación solar y rayos ultravioleta dicha situación ha sido generada a causa de factores geográficos (ubicación muy cercana a Ecuador terrestre y considerable altura en relación al nivel del mar), además climáticos (nubosidad y humedad relativa, y mínimo espesor de la capa de ozono permitiendo mayor intensidad de radiación).

El especialista precisó que la radiación UV, en exceso, puede causar efectos negativos en la población que se expone al sol, como insolaciones, quemaduras y oscurecimiento de la piel; además de situaciones crónicas, es decir, envejecimiento temprano, sequedad, manchas, pecas y cáncer de piel, ceguera temprana, Pterigion, Catarata, Maculopatías entre otros.

La radiación UV es un problema irreversible, al que no podemos atacar ni resolver, solo asumir medidas para evitar padecer sus secuelas. Es importante no exponerse al sol entre las 10:00 y 16:00 horas, así esté nublado.¹⁴

2.2 Alteración Oftálmica

2.2.1 Concepto

Trastornos que se presentan cuando se altera cualquier parte de la anatomía del ojo.

La superficie ocular, por estar directamente en contacto con el exterior, es la parte del ojo más susceptible a sufrir fenómenos de irritación por el efecto de la radiación solar. Entre los procesos agudos es frecuente la inflamación de la córnea y de la conjuntiva (queratoconjuntivitis), que cursa con enrojecimiento ocular y sensación de cuerpo extraño y que suele mejorar rápidamente con un tratamiento tópico adecuado. La exposición al sol mantenida y prolongada, puede dar lugar a la aparición de procesos degenerativos crónicos en la superficie ocular, como el Pterigion y la pinguécula, que a su vez pueden descompensarse produciendo molestias agudas.

¹⁴ larepublica.pe/06-11-2014/arequipa-se-convierte-en-un-infierno-por-radiacion

2.2.2 Clasificación

Algunas de las lesiones que se producen en el ojo por la radiación solar son las siguientes:

EN CONJUNTIVA

- Carcinomas celulares escamosos
- Pterigium
- Pinguécula
- Conjuntivitis aguda actínica
- Conjuntivitis crónica actínica

Pterigium: se trata de una patología muy frecuente, su origen está especialmente relacionado con la dosis acumulativa de rayos ultravioleta a lo largo de nuestra vida. Por ello, el daño empieza ya desde niños cuando expuestos al sol no se protegen sus ojos. Si bien, la aparición del Pterigium tiene lugar años después por el daño continuado acumulado, que se aprecia a simple vista cuando la conjuntiva, el tejido que protege al blanco de nuestros ojos, invade la córnea transparente pudiendo acercarse progresivamente a la niña del ojo y ciertamente llegando a amenazar a la visión. Al mismo tiempo suele producir irritación y molestias, por todo ello el tratamiento más indicado en estos casos es la cirugía. Ahora bien, la posibilidad de que el pterigium vuelva a crecer tras la operación es relativamente alta si no se toman medidas para evitarlo.¹⁵

Conjuntivitis Crónica Actínica: se denomina así a la inflamación de la conjuntiva por una exposición a los rayos ultravioletas mantenida en el tiempo. Cursa con un enrojecimiento e irritación del ojo frecuentemente acompañada de escozor y molestias y que típicamente afecta a la parte del ojo más expuesta, es decir, la no protegida por el párpado. Es especialmente frecuente en aquellas personas predispuestas que realicen actividades mantenidas al aire libre. Así la

¹⁵ MINISTERIO DE SALUD “guía técnica radiación ultravioleta de origen solar” GOBIERNO DE CHILE 2011 www.udec.cl/dirper/sites/default/files/guia_tecnica_radiacion_uv_minsal%20.pdf
<http://defectosrefractivosoametropiasvisua.blogspot.pe/2015/08/pterigion.html>

encontramos en surfistas, vigilantes de la playa, agricultores entre otros. Lo más destacado es que como en todas las afecciones por exposición al sol, su efecto es acumulativo, empezando desde la niñez, si bien se manifiesta progresivamente con la edad. Una vez instaurada, tras muchos años de exposición, su tratamiento y curación completa es ya especialmente difícil, pero es importante, en todo caso, limitar y evitar continuar la exposición de los ojos al sol usando ya gafas oscuras y/o sombrero.

EN CÓRNEA

La córnea y el cristalino absorben la mayoría de la radiación UVA y UVB que entra en el ojo dañando estas estructuras; por lo tanto, si una persona tiene Queratocono o ha sido sometida a una cirugía refractiva, su cornea será más delgada, y podrá absorber menos radiación y ésta entrará dentro del ojo, creando lesiones internas.

- Fotoqueratitis o ceguera de la nieve
- Queratopatía climática de gota o degeneración esferoidal

EN HUMOR ACUOSO

El humor acuoso de la cámara anterior posee gran cantidad de Vitamina C (ácido ascórbico), que es el responsable de filtrar la radiación UV y así, conseguir que llegue la menor cantidad posible al cristalino.

- Una exposición solar prolongada disminuye la cantidad de vitamina C en el humor acuoso.

EN CRISTALINO

Igual que la exposición solar puede hacer que tú piel envejezca antes, con el cristalino pasa lo mismo, se produce un envejecimiento prematuro, debido a daños en el ADN.¹⁶

¹⁶repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/8572/50012000.pdf?sequence=1
https://es.wikipedia.org/.../Anexo:CIE-10_Capítulo_VII;

- **Cataratas**

EN RETINA

- Mirar directamente al sol (en un eclipse o no), sin protección adecuada, produce un daño fotoquímico de los fotorreceptores, causando una quemadura a nivel macular (el área de máxima visión del ojo) y originando una ceguera irreversible.
- Desarrollo temprano de Degeneración Macular Asociada a la Edad.
- Melanomas (maligno cutáneo, uveal o iridiano).

AMETROPIAS

Son defectos de la refracción en las que, por mal funcionamiento óptico, el ojo no es capaz de proporcionar una buena imagen. Existen muchas otras circunstancias en las que la imagen a nivel de la retina es defectuosa, pero que no dependen directamente de un mal funcionamiento óptico.

La miopía, por ser una ametropía, se corrige con lentes, el ojo con desprendimiento de retina sólo puede mejorar mediante una intervención quirúrgica. Por tanto, el desprendimiento de retina no es una ametropía. Lo mismo se puede decir de cualquier trastorno de la agudeza visual que no tenga como origen un defecto en el sistema óptico del ojo.

Para catalogar como ametropía o trastorno de refracción una reducción de la agudeza visual, debe ser susceptible de corregirse mediante medios ópticos. No obstante, existen igualmente trastornos de la visión que no afectan la agudeza visual, como serían, por ejemplo, una reducción del campo visual, una percepción cromática anómala, etc. También existen alteraciones de la agudeza visual que no son ametropías, como las ocasionadas por una catarata, una opacidad en la córnea, un glaucoma o un daño del nervio óptico, ya que ninguna de ellas es susceptible de ser corregida con medios ópticos puesto que su causa no es un trastorno de la refracción del ojo.

TIPOS DE AMETROPIAS

Miopía

La Miopía es, la ametropía más conocida, simplemente porque es la que se presenta con más frecuencia. Cuando una persona es miope ve mal de lejos, aunque de cerca vea perfectamente. Son varias las causas que en forma aislada o combinada determinan que un ojo sea miope.

Para que la lente enfoque la imagen sobre la película esta última deberá estar exactamente en el foco de la lente. Si por algún error de construcción la caja de la cámara fuera más grande que lo calculado, la película quedará por detrás del foco de la lente y, al tomar la fotografía, ésta estará desenfocada. Por tanto, una primera causa de miopía consiste en que el ojo es más grande de lo normal en el sentido anteroposterior, o sea que la distancia entre la córnea y la retina es mayor que la normal, lo que hará que la retina esté por detrás del punto donde normalmente la córnea y el cristalino deben enfocar la imagen.

Otra causa habitual de la miopía consiste en que la córnea o el cristalino tengan un poder óptico mayor que el debido. Esto hará que los rayos de luz enfoquen por delante de la retina, aunque el tamaño del ojo sea normal. El resultado es el mismo que el anterior: el punto de enfoque está por delante de la retina.

Por tanto, cuando un ojo miope mira al infinito, la luz que incide en él llega en forma de rayos paralelos que enfocan por delante de la retina, por lo que la imagen en retina queda desenfocada y la visión será borrosa.

Cuando este mismo ojo mira un objeto cercano, los rayos de luz que inciden en él son divergentes, por lo que el punto de enfoque se desplaza hacia atrás. Si el objeto al que se mira está en una distancia próxima apropiada, los rayos de luz se refractarán a través de córnea y cristalino de forma que enfocarán en la retina, proporcionando una visión nítida.

El principal síntoma visual de un sujeto miope es que la visión lejana es defectuosa, tanto más cuanto mayor sea la miopía. Para mejorar su visión

lejana, el miope tendría que aplanar al máximo su cristalino con el fin de desplazar su foco hacia atrás, para acercarlo lo más posible a la retina. Sin embargo, el cristalino solo es susceptible de ser abombado por la acomodación para ver objetos próximos, pero no puede ser aplanado más desde el punto de relajación, que corresponde con la visión lejana habitual.

La miopía puede aparecer en cualquier individuo, aunque es más frecuente si existen antecedentes del problema en la familia del sujeto. Habitualmente la miopía se inicia desde la infancia y progresa conforme se desarrolla el individuo hasta estabilizarse en la adolescencia. Hasta la fecha se han experimentado varias formas de detener o ralentizar la progresión de la miopía, pero los resultados no han sido concluyentes.¹⁷

Hipermetropía

La hipermetropía es mucho menos frecuente que la miopía y, por lo tanto, se le conoce menos, es un defecto refractivo que, al contrario que la miopía responde a una disminución de potencia del ojo o a una disminución del tamaño del globo ocular que hace que la visión de cerca sea mala y, según la medida, también la visión lejana.

En la hipermetropía la imagen se forma detrás de la retina, la hipermetropía moderada es muy normal en los niños en sus primeros años de vida tendiendo a remitir con el tiempo.

La hipermetropía se presenta esencialmente bajo dos formas. Si un ojo es ligeramente más corto que lo normal, la imagen enfocada por la córnea o el cristalino caerá por detrás de la retina. De igual forma, el ojo puede ser de tamaño normal pero la córnea puede ser más plana de lo normal o el cristalino menos curvo de lo debido, por lo que el poder óptico de estas estructuras será menor y no podrán hacer que los rayos de luz enfoquen en la retina sino detrás de ella. Si la capacidad de acomodación del sujeto no es suficiente para enfocar

¹⁷ La clínica universitaria de Óptica, Escuela Universitaria de Óptica y Optometría de Madrid
www.ucm.es/info/clinopto/Tiposdedefectosrefractivos.htm

los rayos de luz sobre la retina, el enfoque se producirá igualmente detrás de esta por lo que la visión será defectuosa. Al fijar la mirada en la visión próxima, se precisará aun mayor capacidad de acomodación para lograr enfocar la imagen (abombar más el cristalino), pero, como hemos visto, esto ya no era posible por lo que la imagen de cerca será aún más borrosa.

Las molestias del hipermetrope difieren de las del miope por la sencilla razón de que el hipermetrope sí cuenta con un mecanismo para intentar ver mejor, la acomodación, es decir, el esfuerzo del músculo ciliar para abombar el cristalino y dar con ello mayor poder óptico al ojo para así enfocar la imagen sobre la retina. Ésta es la razón por la cual el hipermetrope, que ve mal de lejos y de cerca, presenta con frecuencia fatiga ocular ya que constantemente intenta corregir su problema mediante el esfuerzo de la acomodación. Esto se traduce en malestar, irritación ocular, e incluso en cefaleas.

Un dato interesante consiste en que los niños muy pequeños son habitualmente hipermetropes, pero esta situación se corrige espontáneamente conforme el niño crece, ya que los ojos crecen también. La hipermetropía es hereditaria, por lo que los hijos de hipermetropes tienden a ser igualmente hipermetropes. Al igual que para la miopía, no existe en la actualidad forma de evitar que aparezca y se desarrolle.

Presbicia

Es una disfunción que se suele producir a partir de los 40 años y consiste en la pérdida progresiva de capacidad acomodativa del cristalino. Debido a la edad, el cristalino se hace menos flexible y no nos permite enfocar los objetos cercanos.

los síntomas de la presbicia son entre otros:

Mala visión de cerca, Alejamiento del plano de lectura, Retraso del enfoque de lejos tras un período acomodativo de cerca.

Con la edad el cristalino se endurece y pierde elasticidad. Si bien el músculo ciliar al contraerse lo relaja, la pérdida de elasticidad le impide abombarse y aumentar así su poder de refracción. El cristalino ya no es capaz de abombarse lo suficiente para enfocar la imagen de objetos cercanos en la retina. El resultado es que el individuo, aun con buena visión lejana, presenta una visión cercana defectuosa. Este fenómeno ocurre, a todo el mundo sin excepción, después de los cuarenta años de edad aproximadamente.

Un sujeto presbita nota que tiene dificultad para leer letras pequeñas, con frecuencia las confunde y tiende a alejar los objetos para verlos mejor.

Astigmatismo

El astigmatismo es la condición óptica en la que la córnea o el cristalino dejan de ser lentes esféricas para incluir, en mayor o menor grado, un defecto cilíndrico.

Si una lente esférica enfoca la luz en un solo punto, una lente astigmática lo hace en parte en un punto correspondiente a los meridianos más planos y en parte en un segundo punto correspondiente a los meridianos más curvos, por lo que es imposible obtener con dichas lentes una sola imagen en foco.

Los astigmatismos se presentan esencialmente por modificaciones en la forma de la córnea, aunque igualmente pueden deberse a trastornos del cristalino.

Los astigmatismos pueden presentarse aislados o combinados con una miopía o una hipermetropía. Todas las combinaciones son posibles. De igual forma, al instalarse una presbicia, ésta se añade al astigmatismo previo, complicando aún más la condición óptica del ojo.

Por tanto, una cornea astigmática muestra dos meridianos principales, uno más plano y otro más curvo, perpendiculares entre sí. A título de ejemplo exclusivamente, supongamos que el individuo observa la letra E. Si el meridiano vertical enfoca a nivel de la retina, el horizontal, por ser más curvo, enfocará por delante de ella. El resultado será que el sujeto vea perfectamente

en foco el trazo vertical de la E y fuera de foco los tres trazos horizontales. Si por el contrario es el meridiano horizontal el que enfoca en la retina, el meridiano vertical enfocará por detrás de ella. El sujeto verá entonces los tres trazos horizontales de la E en foco, y el trazo vertical fuera de foco. Lo más usual es que los dos meridianos estén fuera de foco con respecto a la retina.

2.2.3 Consecuencias

El sol emite radiaciones electromagnéticas en una amplia gama de frecuencia que va desde los rayos gamma hasta las ondas de radio.

Los perjuicios que causa la radiación ultravioleta U-VC (100 nm a 290 nm) estos rayos son los más peligrosos y una mínima proporción de ellos bastaría para provocar un aumento considerable de cáncer de piel, así como cataratas y otros daños oculares.

La radiación U-VB (290 nm a 320 nm) son causantes de quemaduras de piel con posibilidades con una larga exposición de sufrir cáncer de piel. A nivel ocular producen cataratas, alteraciones oculares, queratitis, conjuntivitis actínicas, etc.

La radiación UU-VA (320 nm a 400 nm) producen el bronceado de la piel y también reacciones de fotosensibilidad de las que debemos defendernos en periodos de máxima intensidad de emisión.

El ojo se defiende de la radiación ultravioleta de la siguiente forma:

La cornea y el cristalino absorben la mayor parte de UVA y UVB. La porción que no es absorbida será transmitida a la retina que es el tejido más sensible y esencial de nuestro sistema visual.

Las lesiones oculares producida por las radiaciones ultravioleta son las siguientes:

- En la córnea los U-VC emitidos por el arco de soldadura pueden causar una queratitis superficial si los soldadores no usan protección.
- También los U-VB pueden provocar esta queratitis como ocurre a los esquiadores o a las personas que se encuentran sin gafas de protección en una playa con la actuación directa del sol más el reflejo del agua.

- En la conjuntiva se puede causar la aparición de un Pterigion que es una membrana vascularizada que invade la Córnea y progresa hacia la pupila.
- En el cristalino se producen Cataratas que pueden ser evitadas, así como las otras patologías descritas y por describir con el uso de cristales protectores para las radiaciones solares.

Los rayos reflejados son también peligrosos como ocurre en una zona nevada donde hay un 80% de reflectividad de la luz, pero no solamente ocurre en la nieve dónde todos conocemos el problema si no también en agua nos refleja el 20% de la radiación y también el cemento entre el 7 y el 18%.

Así la radiación U-VB es mayor al medio día encontrando su zenit entre las 11 y las 15 h.¹⁸

2.2.4 Radiación Solar y Alteración Oftálmica.

El riesgo de aparición de los efectos biológicos asociados a la exposición a la radiación ultravioleta, se relacionan con la intensidad de la radiación y con el tiempo de exposición.

Los principales efectos nocivos producto de la exposición a radiación ultravioleta se observan en la piel y en los ojos de las personas expuestas.

El daño agudo y crónico que provoca la radiación ultravioleta sobre la piel y ojos de las personas, está directamente relacionado con la intensidad de la radiación, el tiempo de exposición y con características de la piel de cada individuo.

Para cuantificar la exposición ocular a la radiación solar ultravioleta (RUV) y para evaluar el riesgo de daño a los ojos en diferentes direcciones geográficas debido a la exposición a la RUV, se utilizó un espectrómetro y un maniquí para medir el ambiente horizontal y la exposición ocular en diferentes direcciones geográficas en cuatro diferentes lugares en el hemisferio norte a la Radiación Ultravioleta.

¹⁸ tales.cica.es/rd/Recursos/rd997ed99-0504-01/tipos-ondas.html

CLINICA VALLE: OFTALMOLOGIA Y ESPECIALIDADES

www.clinicavalle.com/salud-visual/efectos-radiacion-solar.html

Al describir la relación entre la exposición al riesgo de daño a los ojos, hay que disponer de la función de ponderación de riesgos UV.

Por lo tanto, hemos utilizado la función de ponderación de riesgos UV (ICNIRP), propuesto por la Comisión Internacional sobre No-Ionizantes Protección Radiológica para determinar la irradiancia UV biológicamente

<https://www.jnjvisioncare.es/education/uv-and-contact-lenses/uv-damange> efectiva y luego la exposición radiante efectiva acumulada para mostrar el riesgo de ojo. Se encontró que, en diferentes direcciones geográficas, las distribuciones de la exposición ocular a los rayos UV fueron marcadamente diferentes de las de UVR en ambiente horizontal. Cuando el máximo mediodía $MAR > 50^\circ$, el ojo recibió más UVR de las direcciones este y oeste durante las horas de la mañana y de la tarde, respectivamente. Sin embargo, cuando el máximo mediodía $MAR < 50^\circ$, el ojo recibió más UVR desde la dirección sur al mediodía. Los resultados de esta investigación indican que el mayor riesgo de ojo causada por la radiación UV varía según el MAR máxima mediodía corresponde a otra dirección geográfica.

La Radiación Solar Ultravioleta (UVR) promueve el Pterigion y el desarrollo de Cataratas en el ojo humano. Al aire libre, las personas están sujetas a mayor o menor intensidad de la exposición UVR ocular según la hora del día y la orientación al sol. Para valorar esta variabilidad, un ojo maniquí fue expuesto a la radiación UV solar en 12 ángulos de rotación en relación con el sol, con un ángulo de elevación solar (SEA) que van desde $24,6^\circ$ a $88,2^\circ$. En los ángulos de rotación de 0° , 30° y 330° , la variación diurna de la intensidad de la exposición UVR ocular mostró una distribución bimodal que alcanzó un máximo de un mar de aproximadamente 40° , que era de 3 a 4 horas antes y después de mediodía.

Este tiempo se diferenciaba de la intensidad de la exposición UVR ambiental alta. En los otros ángulos de rotación, las variaciones diurnas en la exposición UV ocular exhiben curvas unimodal, con la máxima intensidad alrededor del mediodía, el mismo que para la radiación UV del medio ambiente. Por lo tanto,

la idea de que la exposición UVR es más intensa al mediodía es cierto para superficies de la piel colocados tanto en sentido horizontal, pero no para los ojos en un arco de 60° con una línea central hacia el sol (es decir, que van de 30° hacia la derecha o hacia la izquierda de la línea central). El mantenimiento de ciertas orientaciones relativas a la posición del sol se debe reducir con eficacia la exposición UVR ocular, sobre todo en momentos en que el mar es de 40.

Efectos en los ojos.

Queratoconjuntivitis actínica.

La radiación ultravioleta actínica (UVB) es fuertemente absorbida por la córnea la conjuntiva. La sobreexposición de estos tejidos provoca la queratoconjuntivitis.

El periodo de latencia varía en razón inversa de la intensidad de la exposición, desde 1,5 a 24 horas, pero normalmente es de 6 a 12 horas; el malestar suele desaparecer en 48 horas como máximo. A continuación, aparece una conjuntivitis que puede ir acompañada de eritema de la piel alrededor de los párpados.

Los Efectos crónicos de larga duración a la radiación ultravioleta durante varios decenios puede contribuir a la formación de Cataratas.

También, la radiación ultravioleta puede causar un Pterigion, que es una Membrana vascularizada que invade la córnea y progresa hacia la pupila, o una Pingüecula, lesión de color amarillento cerca del limbo corneal.¹⁹

La radiación solar ha sido implicada, con una variedad de pruebas, como una gente causal en fotoquerato-conjuntivitis, Pterigion, queratopatías, Cataratas, retinopatía solar, y degeneración macular. Gran parte del apoyo para las reclamaciones relativas a las condiciones crónicas que tienen consecuencias

¹⁹ MARCO QUEZADA GAETE "EXPOSICION LABORAL A LA RADIACION ULTRAVIOLETA DE ORIGEN SOLAR"
informeradiacion.blogspot.com/2016/04/exposicionlaboral-la-radiacion.html
https://www.jnjvisioncare.es/education/uv-and-contact-lenses/uv-damange

graves y prevalencia significativa en los Estados Unidos se basa en investigaciones que utilizan animales y las exposiciones de radiación ultravioleta de corta duración a altas intensidades. La aplicabilidad directa de estos estudios los seres humanos en el medio naturales incierto, ya que no se puede inducir deliberadamente un traumatismo significativo en los seres humanos. El uso de datos de los animales se ve dificultada por la necesidad de convertirlos umbrales de los animales a los equivalentes humanos, para equipararlos ciclos de laboratorio y la magnitud de la exposición a los del medio ambiente natural, y para cuantificar el impacto de la evasión y los mecanismos de protección.

El riesgo puede ser evaluado adecuadamente sólo por estudios epidemiológicos, pero su potencial se ha visto sólo parcialmente realizado por variables de confusión mal controlados.

La evidencia epidemiológica sugiere que el trauma de la córnea por la radiación ultravioleta (UVR) es un riesgo de la exposición prolongada en las regiones que contienen mucho índice de Radiación ultravioleta o en entornos muy reflectantes. El impacto de la radiación UV-B en cataratas ha sido investigado adecuadamente y no existe ninguna evidencia de trauma de la retina debido a la exposición de rutina, incluso en los entornos más brillantes. Sin embargo, no puede haber ninguna duda de que suficiente energía solar llega a la tierra para dañar el ojo si no es atenuada.²⁰

3. Antecedentes investigativos

En la bibliografía consultada se ha encontrado estudios que correlacionen la Radiación Solar con Alteraciones Oftalmológicas.

3.1 A nivel Internacional

A). **Autor:** Suraj EyeInstitute, Nagpur, Maharashtra, India (2013).

Título del estudio: Prevalencia y factores asociados para el pterigion en población rural agraria en el centro de la India. (1)

²⁰ ROSA M. GARCIA HDEZ, " lesiones oculares tras exposición solar"
rosavision.blogspot.com/2009/07/lesiones-oculares-tras-exposicion-solar.html

Publicación: 2013. 4;8(12): e82439. doi: 10.1371/journal.pone.0082439. Collection 2013.

Objetivo: Evaluar la prevalencia de Pterigion y factores asociados en una población rural en una región agraria mayoría sin desarrollar.

Método: En el estudio participaron 4.711 pacientes (edad 30 + años). Se realizó una exploración oftalmológica y médica detallada. El Pterigion fue diagnosticado durante el examen con lámpara de hendidura y se confirmó en las fotografías de la córnea. Se define como un crecimiento fibrovascular carnososo, cruzando el limbo y típicamente la conjuntiva visto en la región nasal y a veces temporal.

Resultados: El Pterigion se detectó en 798 ojos (tasa de prevalencia: $8,47 \pm 0,29\%$) de 608 ($12,91 \pm 0,49\%$) de los sujetos. La Prevalencia de Pterigion se asoció con la mayor edad ($p < 0,001$; coeficiente de regresión B: 0,02; odds ratio (OR): 1,02, IC 95%: 1.01, 1.03), sexo masculino ($p < 0,001$; B: -0,73; OR: 0,48, IC 95%: 0.39,0.61), el nivel más bajo de educación ($p < 0,001$; B: -0,30; OR: 0.74, IC 95%: 0.69,0.80), altura del cuerpo inferior ($P = 0,001$; B: - 0,02; OR: 0.98, IC 95%: 0.97,0.99), y más alto error refractivo cilíndrico ($P < 0,001$; B: 0,23; OR: 1.26, IC 95%: 1.18,1.34). Si se ha caído el nivel de educación, el número de horas dedicadas a la actividad vigorosa al aire libre ($P = 0,001$; B: 0.001; OR: 1,001; IC del 95%: 1.000,1.0001) se asoció significativamente con la prevalencia de Pterigion, además de mayores la edad ($p < 0,001$; B: 0,03; OR: 1.03, IC 95%: 1.03,1.04), sexo masculino ($p < 0,001$; B: -0,49; OR: 0.62, IC 95%: 0.49,0.77), parte inferior del cuerpo altura ($P = 0,005$; B: -0,02; OR: 0.98, IC 95%: 0.97,0.99), y más alto error refractivo cilíndrico ($P < 0,001$; B: 0,23; OR: 1.25, IC 95%: 1.18,1.34)

Conclusiones: la prevalencia de Pterigion en zonas rurales de la India central es alrededor del 13% entre los indígenas adultos de entre 30+años. La edad avanzada, el sexo masculino, menor nivel educativo, menor estatura y más tiempo al aire libre con el trabajo vigoroso fueron factores asociados. Dado que las condiciones de vida en el lugar de estudio fueron en su mayoría al margen de la evolución moderna, los resultados pueden mostrarla prevalencia y asociaciones de Pterigion sin mayor es influencias médicos o tecnológicos.

B. Título del estudio: Prevalence and severity of pterygium among commercial Motorcycle Riders in South Eastern Nigeria (2)

Publicación: 2014

Objetivo: El objetivo de este estudio es determinar la prevalencia y la gravedad de pterigion entre estos trabajadores y relacionar estos hallazgos con la duración de su trabajo

Método: Se realizó un estudio transversal con un diseño de muestreo aleatorio de múltiples etapas para elegir a los 615 sujetos incluidos en el estudio.

Resultados: La prevalencia de Pterigion fue del 19,3% (206 ojos) con la etapa 1 se producen en su mayoría (52%), seguido de la etapa 2 (46%). Pterigion era común entre los corredores que habían estado viajando durante 5 años o menos. La relación entre la duración de la gravedad de montar y Pterigion fue significativa ($p = 0,009$). Esta prevalencia no se vio afectada por el uso de gafas de sol normales ($p = 0,188$).

Conclusión: Existe una fuerte relación entre los conductores de motocicletas comercial y desarrollo de Pterigion y no se ve afectado por el uso de gafas de sol regulares.

C. Título del estudio:

El Pterigion, una patología relevante en la población del Valle de San Diego de Ubaté. (3)

Publicación: 2006 Ciencia & Tecnología para la Salud Visual y Ocular, (7), 37-42.

Objetivo: El objetivo de este estudio es determinar la prevalencia de pterigion según edad, género, ocupación y zona de permanencia de los pobladores del Valle de San Diego de Ubaté, durante el periodo comprendido entre julio de 2005 y enero de 2006.

Método: Se realizó un estudio transversal con técnica de observación documental de historias clínicas de pacientes entre 20 y 85 años de ambos sexos, que asistieron a la consulta optométrica y oftalmológica, en el hospital «El Salvador» Ubaté durante el periodo comprendido entre julio 2005 a enero 2006, la cual estuvo constituida por un total de 897 pacientes.

Resultados:

La prevalencia de Pterigion, fue del 40,31% en el grupo de edad entre 20-40 años, del 61,47% en el grupo de edad entre 41-65 años y del 29,22% a los mayores de 65 años. La prevalencia en mujeres fue del 83,64% en mujeres y del 47,36% en hombres. Según la ocupación, la presencia de Pterigion fue del 42,33 % en personas dedicadas al hogar, el 35,27% a la agricultura y 24,18% a la minería. En los municipios que se presentó cuadro de Pterigion fueron respectivamente 30,24% Ubaté, 20,16% Fuquene, 16,13% Susa, compartiendo el 11,8% Cucunuba, Guachetá, Carmen de Carupa, 9,7% Tausa, 8,6% Simijaca, compartiendo el 7,5% Suatatausa y Lenguazaque.

3.2 A nivel Nacional: no se han encontrado antecedentes relacionados.

3.3 A nivel Local: no se han encontrado antecedentes relacionados.

4. Objetivos

4.1 Determinar las alteraciones oftálmicas que padecen los trabajadores del área de Comercial de SEDAPAR que salen a campo seis días a la semana por ocho horas diarias.

4.2 Determinar las alteraciones oftálmicas que padecen los trabajadores del área de Comercial de SEDAPAR que salen a campo un día a la semana por ocho horas.

4.3 Establecer las diferencias entre las alteraciones oftálmicas de los trabajadores del área de Comercial de SEDAPAR que salen a campo seis días a la semana por ocho horas diarias y las de los que salen a campo un día a la semana por ocho horas.

5. Hipótesis

Dado que la vida diaria y salud del ser humano está afectada por factores de su propia naturaleza, así como del entorno natural y cultural que lo rodea.

Es probable que en SEDAPAR SA, los trabajadores del área Comercial que están más expuestos a los rayos solares, padezcan más patologías oftálmicas, especialmente la Ametropía, que los que están menos expuestos.

III. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1. Técnica e instrumento de verificación

1.1 Técnicas

Para estudiar la variable Alteración Oftálmica se utilizará la técnica de la “Observación Documental”

1.2 Instrumentos

Se aplicará la Ficha de Observación Estructurada, de levantamiento de datos de historias clínicas de los trabajadores del área de comercial de SEDAPAR.

1.3 Cuadro de coherencias

CUADRO DE COHERENCIAS			
Variable	Indicadores y subindicadores	Técnica e instrumentos	Estructura del instrumento
Alteración Oftálmica	Queratoconjuntivitis Aguda	Observación documental y Ficha de observación estructurada	1
	Queratoconjuntivitis Crónica		2
	Conjuntivitis Aguda		3
	Conjuntivitis Crónica		4
	Maculopatía		5
	Catarata		6
	Pterigion		7
	Ametropía		8
	Ametropía corregida		9
	Ametropía parcialmente corregida		10
	Ametropía no corregida		11
	Sin ametropía		12

1.4 Prototipo de instrumento

A continuación, se consigna la Ficha de Recolección de Datos que se utilizará en este trabajo y las escalas de medición de las variables.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS PARA TRABAJADORES DE SEDAPAR S. A.
AREQUIPA, QUE SUFREN ALGUNA ALTERACION OFTALMICA POR
EXPOSICION A RADIACION SOLAR

Numero:

Edad:

ALTERACION OFTALMICA	PRESENCIA DE ENFERMEDAD	AUSENCIA DE ENFERMEDAD
1.- Queratoconjuntivitis aguda		
2.- Queratoconjuntivitis Crónica		
3.- Conjuntivitis Aguda		
4.- Conjuntivitis Crónica		
5.- Maculopatía		
6.- Catarata		
7.- Pterigion		
8.- Ametropía		
9.- Ametropía corregida		
10.- Ametropía parcialmente corregida		
11.-Ametropía no corregida		

2. Campo de Verificación

2.1 Ubicación Espacial

El estudio se realizará en el Área de Comercial de SEDAPAR S.A., situado en la Av. Virgen del Pilar S/N Distrito Cercado de la ciudad de Arequipa.

2.2 Ubicación Temporal

El estudio abarcará los años 2015 y 2016.

El estudio se realizará entre los meses de octubre del 2015 a enero del 2016.

2.3 Unidades de Estudio

Se incluirá las Historias Clínicas de los trabajadores del área Comercial de SEDAPAR S.A. que realizaban sus actividades laborales en campo.

Universo:

La población está constituida por los trabajadores del área de Comercial de SEDAPAR S.A., entre mujeres y varones en situación de actividad laboral, que se atendieron en el Consultorio Médico de SEDAPAR S.A. entre los años 2015 y 2016.

Se trabajará con el universo, constituido por 89 trabajadores del área de Comercial de SEDAPAR S.A. que salen a trabajar al campo, en el periodo 2015 y 2016.

Criterios de inclusión

Trabajadores del área de Comercial de SEDAPAR S.A.

Ambos géneros.

Trabajadores sin ningún grado de incapacidad funcional previa al estudio.

Criterios de exclusión

Trabajadores con alteración oftálmica pre-ocupacional.

3.- Recolección de Datos

3.1 Organización:

Se solicitará permiso en la Gerencia General de SEDAPAR, además de coordinaciones con el área de Personal y/o con la Asistente Social.

3.2 Recursos:

Se hará uso de la técnica de Observación Documental y la Ficha de Observación Estructurada para toma de datos de historias clínicas de exámenes médicos ocupacionales de los trabajadores.

3.3 Validación del Instrumento:

No será necesario ya que solamente se levantarán datos de historias clínicas de exámenes médicos ocupacionales de los trabajadores.

3.4 Criterio para manejo de resultados

a) Plan de Procesamiento

Los datos se registrarán en una matriz de sistematización, siendo para tal efecto codificados y tabulados para su análisis e interpretación.

b) Plan de Clasificación:

Se empleará una matriz de sistematización de datos en Excel 2016.

c) Plan de Codificación:

Se procederá a la codificación de los datos.

d) Plan de Recuento.

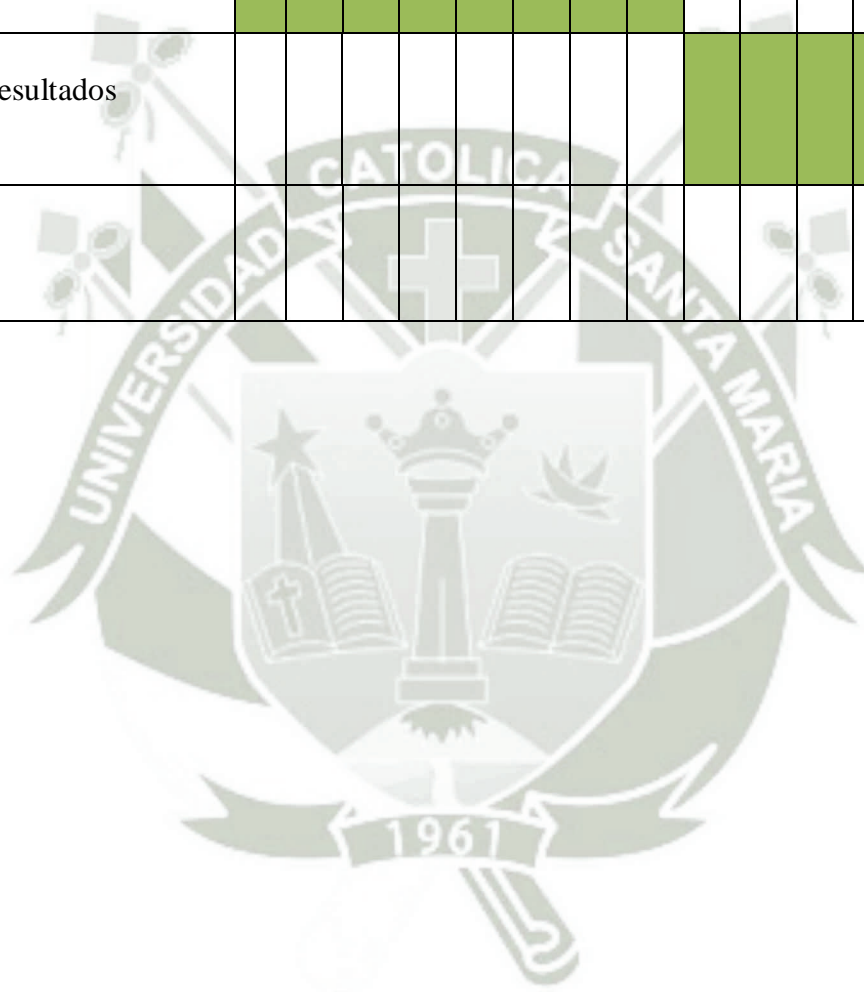
El recuento de los datos será electrónico, en base a la matriz de sistematización diseñada para los objetivos del presente estudio.

e) Plan de análisis

Se analizarán los datos con estadística descriptiva con uso de medidas de tendencia central y para la relación de variables, se empleó la prueba Chi cuadrado; con una diferencia significativa de $p < 0.05$. Para el análisis de datos se empleó software estadístico SPSS 15.0.

IV CRONOGRAMA DE TRABAJO

Actividades	Tiempo	AÑO 2015				AÑO 2016											
		Octubre a Diciembre				Enero				Febrero a Mayo				Junio a Setiembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recolección de Datos																	
Estructura de resultados																	
Informe final																	



MATRIZ DE SISTEMATIZACIÓN DE DATOS

N°	VARIABLE DE ESTUDIO	Querato-conjuntivitis aguda		Querato-conjuntivitis aguda		Conjuntivitis Aguda		Conjuntivitis Crónica		Maculopatía		Catarata		Pterigion		Ametropía corregida		Ametropía parcialmente corregida		Ametropía no corregida		
		si	no	si	no	si	no	si	no	si	no	si	no	si	no	si	no	si	no	si	no	
1	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X	X				X
2	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X			X
3	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X	X			X			X
4	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X			X
5	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X			X
6	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X	X			X		X			X
7	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X			X
8	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X			X
9	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X	X			X		X	X		
10	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X			X
11	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X	X		X			X	X				X
12	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X			X
13	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X	X			X			X
14	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X			X
15	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X			X
16	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X			X

17	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
18	Trabajador más expuesto		X		X		X		X	X			X		X		X	X	
19	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
20	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
21	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X	X			X		X	X	
22	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X	X			X	X			X
23	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
24	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
25	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X	X			X		X	X	
26	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
27	Trabajador más expuesto		X		X		X		X	X		X			X	X			X
28	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
29	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X	X			X		X	X	
30	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X	X			X		X	X	
31	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
32	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
33	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
34	Trabajador más expuesto		X		X		X		X	X		X			X	X			X
35	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
36	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X	X			X		X	X	

37	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X						
38	Trabajador más expuesto		X		X		X		X		X		X	X			X		X
39	Trabajador más expuesto		X		X		X		X	X		X			X	X			X
40	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
41	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X	X		X			X		X	X	
42	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X	X		X			X		X	X	
43	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
44	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
45	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
46	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X	X			X		X		X		X
47	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X	X			X		X	X	
48	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
49	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X	X			X		X
50	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
51	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X	X	
52	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X	X			X		X	X			X
53	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
54	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X	X		X			X	X			X
55	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
56	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X	X			X	X			X

57	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X	X	
58	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
59	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
60	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X	X	
61	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X	X		X			X		X
62	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X	X			X		X
63	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X	X			X		X	X	
64	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X	X			X		X
65	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
66	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X	X	
67	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X	X			X		X	X	
68	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
69	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
70	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
71	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X	X	
72	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X	X			X		X	X	
73	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X	X			X		X
74	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X	X		X			X		X
75	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X	X	
76	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X

77	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
78	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
79	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
80	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
81	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X	X		X			X		X
82	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
83	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
84	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X	X			X
85	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
86	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
87	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X	X	
88	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X		X		X
89	Trabajador menos expuesto		X		X		X		X		X		X		X	X			X