

Fundamentos de Intemperismo en el laboratorio

Q-Lab Corporation

Grupo ADI

Obtener Grabación

Organización

- Recibirás un email de seguimiento de info@email.q-lab.com con links a una encuesta, registro para futuros webinars y para poder “bajarte” la presentación.
- Nuestros webinars son accesibles y están archivados en : q-lab.com/webinars
- Utiliza la prestación Q&A en Zoom para hacer preguntas hoy!



Thank you for attending our webinar!

We hope you found our webinar on *Essentials of Laboratory Weathering* to be helpful and insightful. The link below will give you access to the slides and recorded webinar.

You can help us continue to provide valuable and high quality content by completing our [3-question survey](#) about your webinar experience. Every piece of feedback is carefully reviewed by a member of our team.

De lo que hablaremos

- **Conceptos básicos de meteorización**
- ¿Por qué realizar intemperismo en el laboratorio?
- Prueba de intemperismo en el laboratorio
 - Xenón
 - UV fluorescente
- Elementos de un programa de prueba efectivo

Qué es el intemperismo?

Cambios en las propiedades del material como resultado de la exposición a la energía radiante presente en la luz solar en combinación con el calor (incluido el ciclo de temperatura) y el agua en sus diversos estados, principalmente como humedad, rocío y lluvia.

Las fuerzas de la intemperie conocen a tu enemigo

- Luz del sol
- Calor
- Agua



** Otros factores también pueden afectar el intemperismo, pero hoy no nos centraremos en ellos*

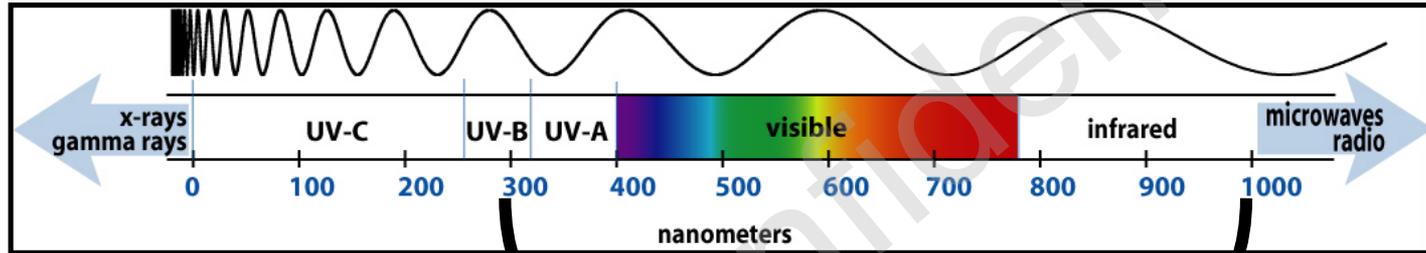
Luz del sol



Luz del sol

- Una forma de energía
- Radiación electromagnética
- Generalmente se describe en términos de irradiación y longitud de onda (λ)

Espectro electromagnético



Luz del sol

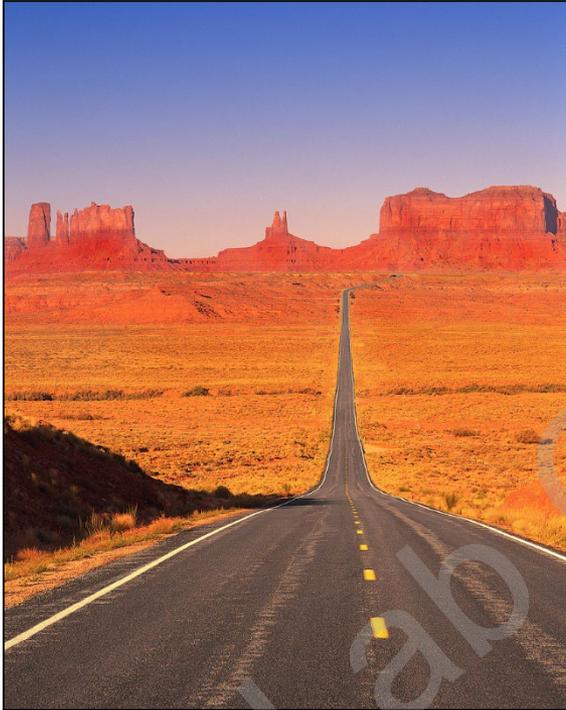
UV	295-400 nm	~7%
Visible	400-800 nm	~55%
IR	800-3000 nm	~38%

Aunque es solo el 7% de la energía radiante total de la luz solar ...



¡La radiación UV causa prácticamente toda la degradación del polímero!

Irradiación



Irradiación¹ es la velocidad a la que la energía de la luz cae sobre una superficie, por unidad de área
[W/m²] o [J/s·m²]

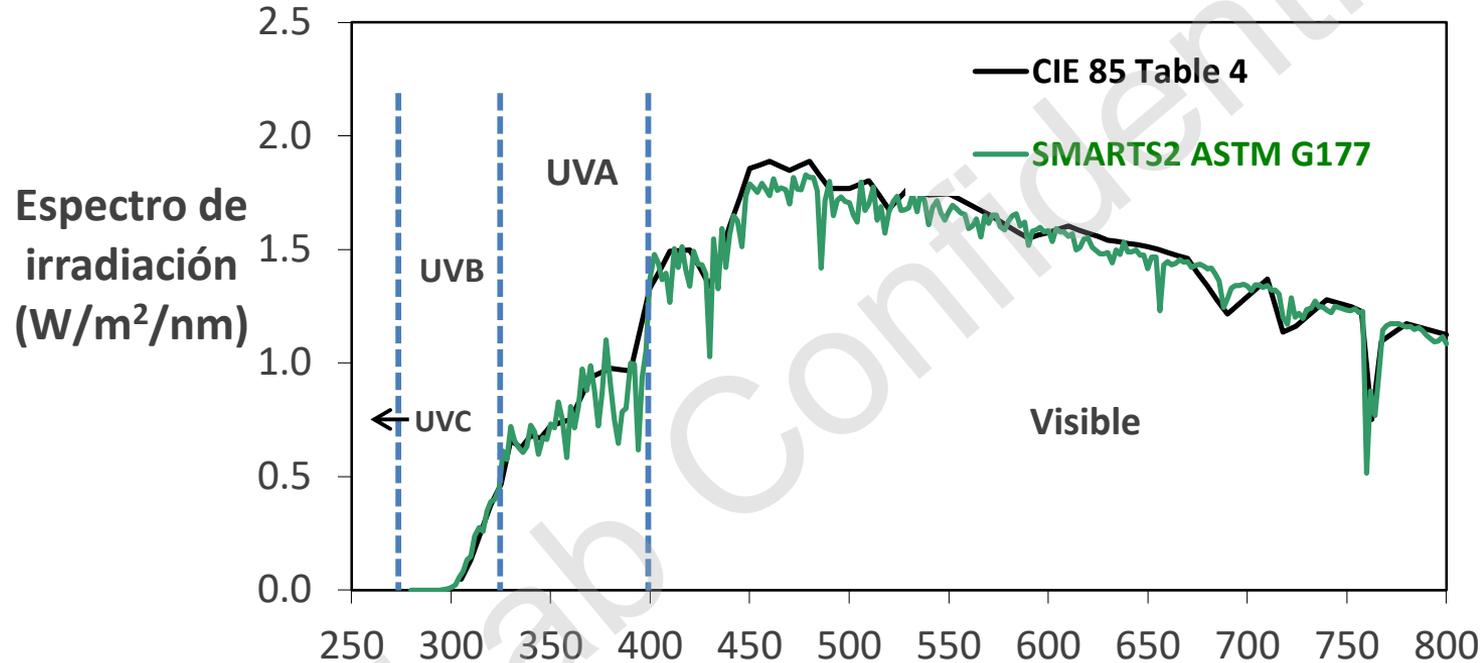
Irradiación de exposición¹ (o dosis radiante) es la irradiación durante un período de tiempo
[J/m²] o [W·s/m²]

Irradiación espectral² es la irradiación de una superficie por unidad de longitud de onda
[W/m²/nm]

¹ASTM G113 –Terminología

²ISO 9288 – Cantidades físicas y definiciones

Distribución de energía espectral (SPD) Luz del sol mediodía de verano



SPD: La potencia radiante absoluta o relativa emitida por una fuente, incide sobre un receptor en función de la longitud de onda. (ASTM G113)

Modificadores de Espectro

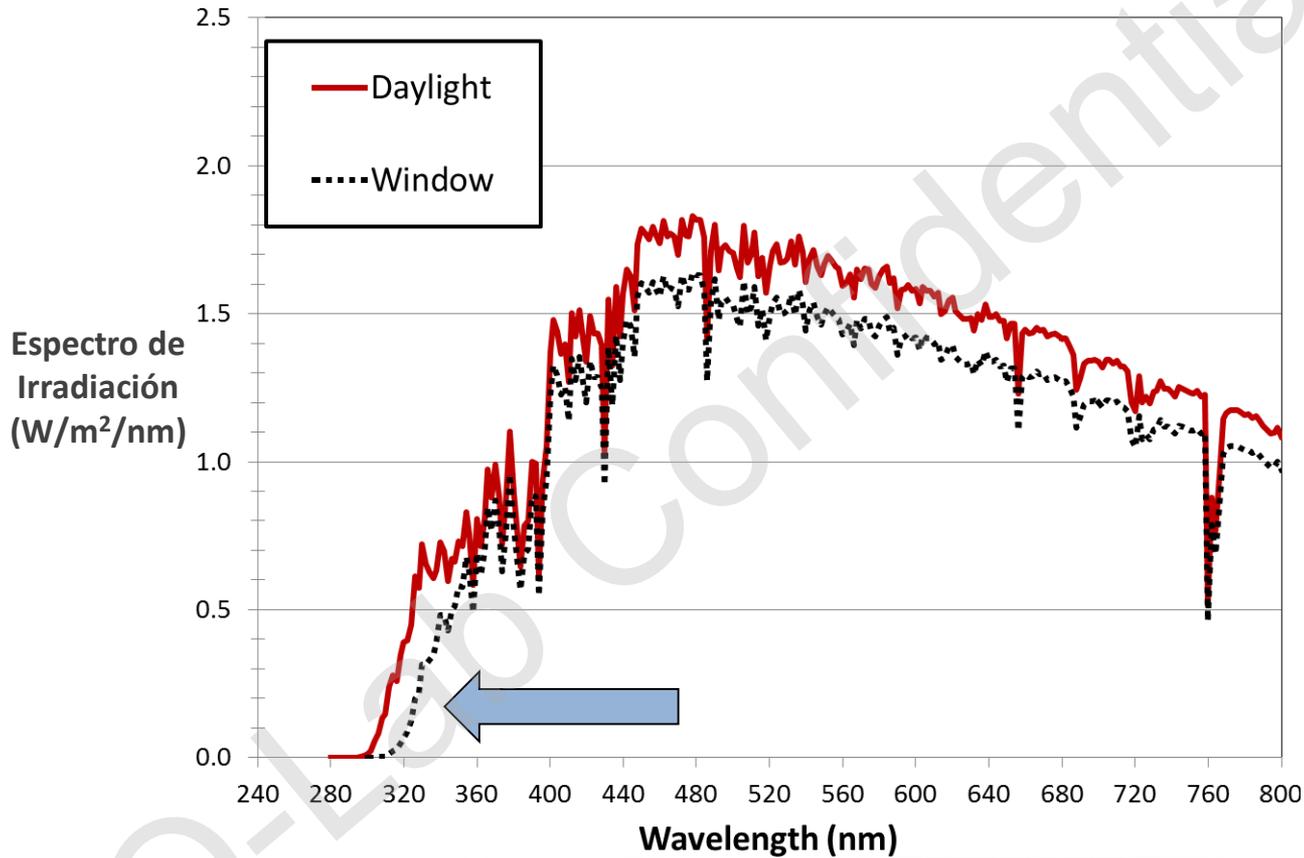


Ángulo del sol

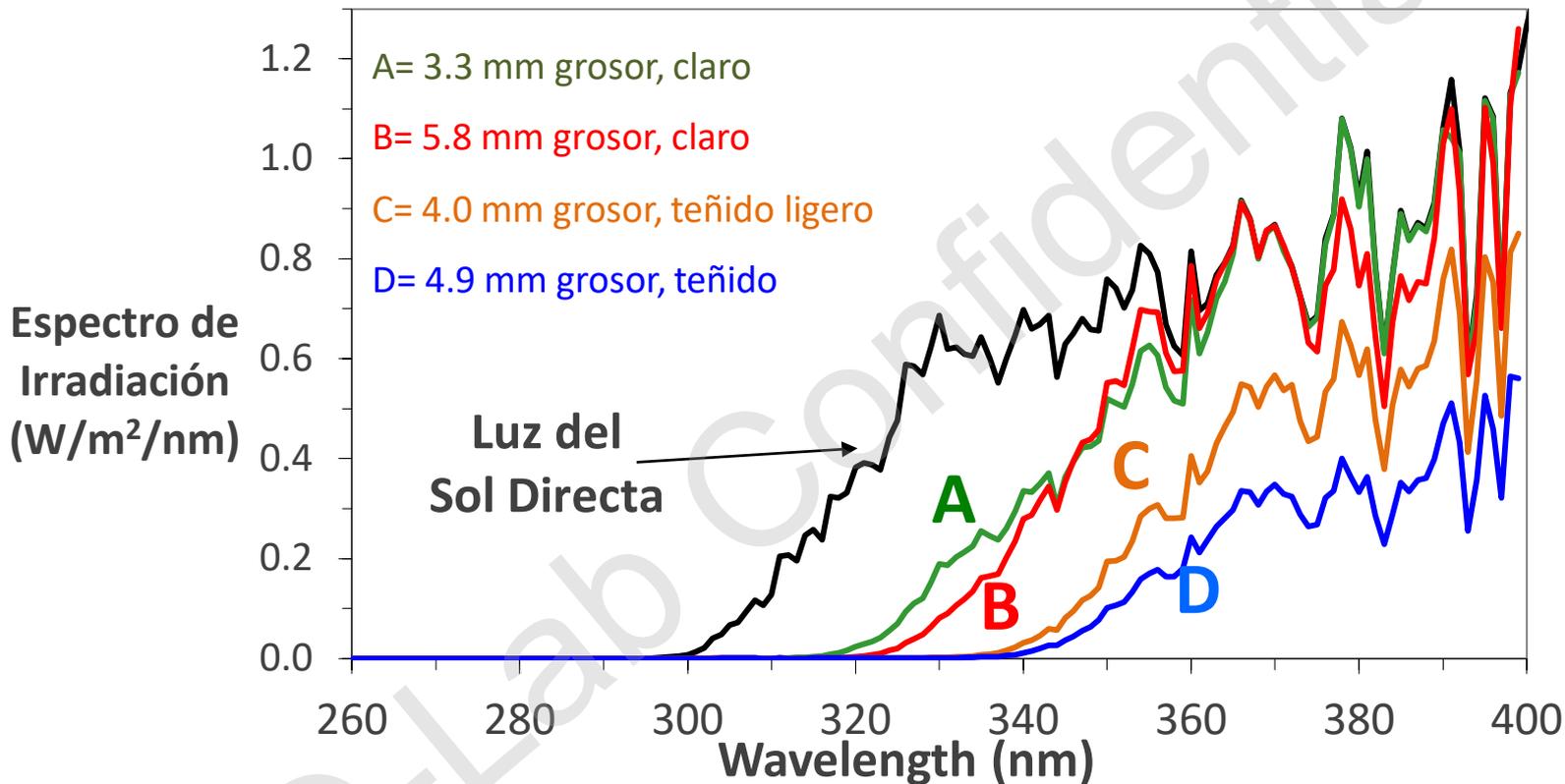
- Época del año (por ejemplo, verano)
- Hora del día (p. Ej., Mediodía)
- Latitud

Altitud

Luz del sol a través del cristal de la ventana



Luz del sol a través del vidrio del automóvil



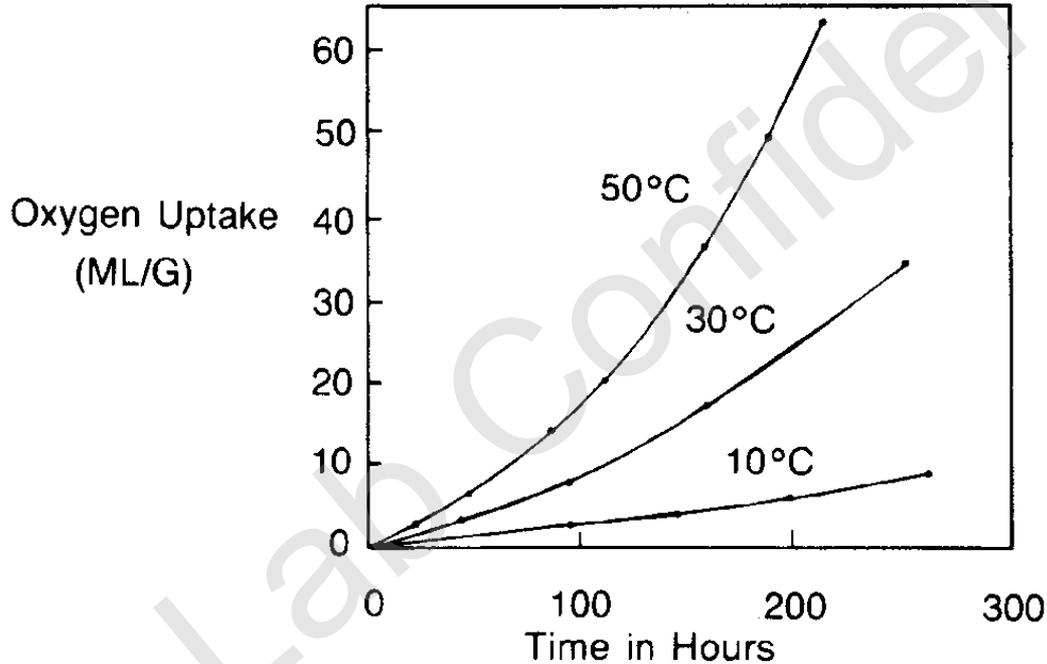
Calor



Efectos de calor

- Temperatura de muestra elevada
- Cambio dimensional
- Evaporación
- Envejecimiento térmico
- Ciclismo termal

Efecto de la temperatura: tasa de oxidación del polietileno



**Time In Hours Exposed to UV lamps*

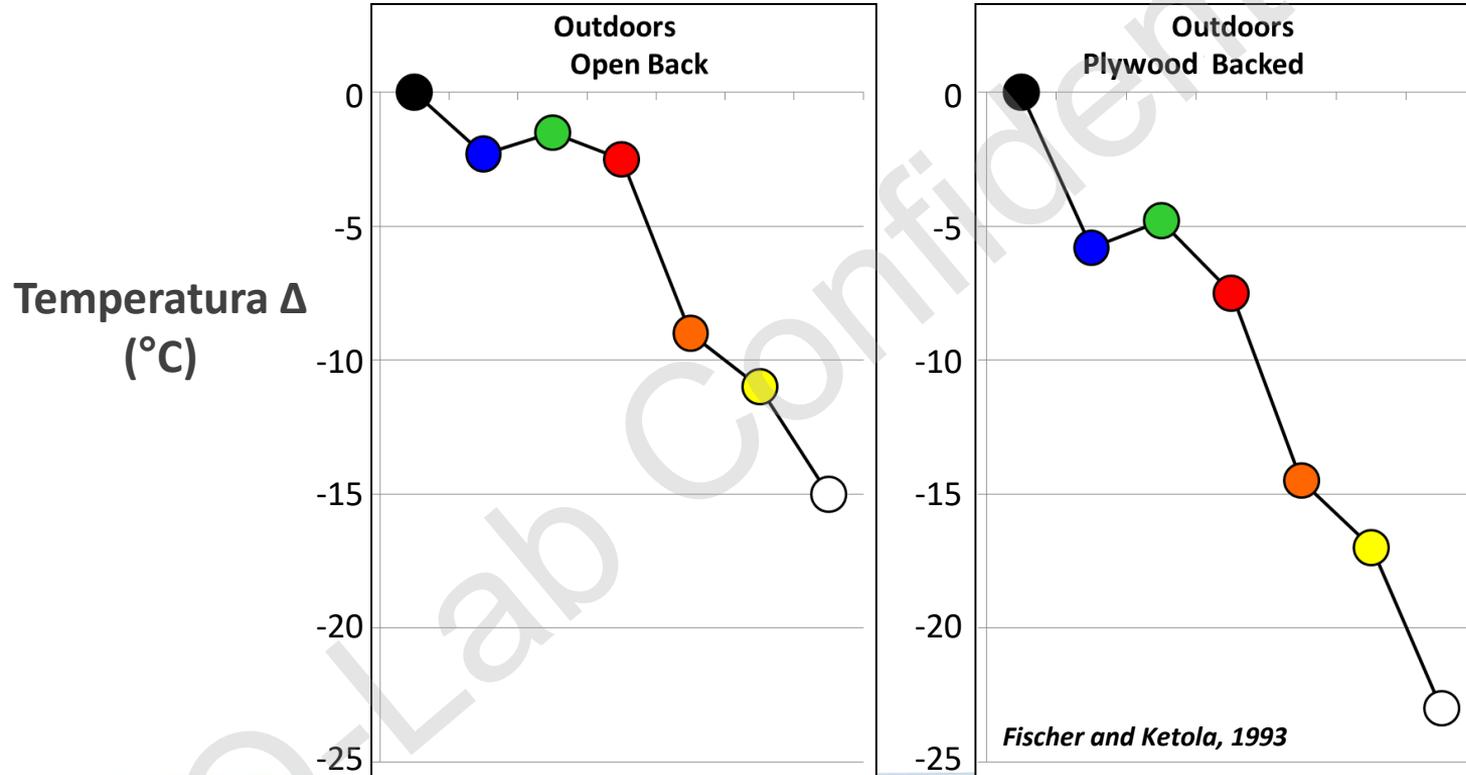
Ciclo térmico en Florida

- 75°C a 25°C en 2 minutos
- Causa estrés físico
- Afecta a los revestimientos de plásticos y ensamblajes



Temperatura y color

¡Los colores más oscuros tienen temperaturas más altas!



Calor detrás del cristal de la ventana



La temperatura de los componentes interiores del automóvil detrás del vidrio de la ventana puede superar los 100 ° C

Agua



Efectos principales del agua

Reacciones químicas

- Reacciones en solución
- Facilita la reacción a través del aumento en el transporte de oxígeno.

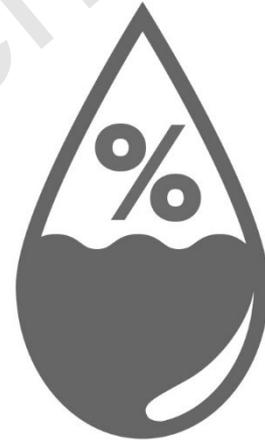
Efectos físicos

- Erosión
- Absorción / congelación-descongelación
- Choque termal
- Impacto (pérdida de material)



Humedad

- **Measure of amount of water in air**
- Can lead to physical stress
- Humidity affects products both indoors and outdoors
- Often expressed as Relative Humidity (RH), where 100% is the most water that air of a given temperature can hold



Lluvia

- Efectos de superficie
 - Lavado de capas superficiales
 - Tiza
 - Eliminación de la suciedad
- Choque termal



Rocío



Humedad de la atmósfera que se forma en forma de pequeñas gotas sobre cualquier superficie fría.

Alto O_2

Largo tiempo de permanencia

¡El rocío, no la lluvia, es la fuente de la mayor humedad exterior!



¡El rocío no se simula en muchas pruebas aceleradas de envejecimiento en laboratorio!



¡No subestime el efecto de la humedad!

- Cambia la tasa de degradación
- Cambia el modo de degradación
- Difícil de acelerar

Resumen: Fuerzas de intemperismo

Luz del sol

- La luz UV causa prácticamente toda la degradación del polímero.
- Pequeños cambios en la formulación y / o espectro del material pueden tener grandes efectos en la degradación del material.

Calor (temperatura)

- Luz solar + calor = mayor tasa de degradación
- El color de un material afecta fuertemente el calor que recibirá a la luz solar.

Agua (humedad)

- Luz solar + calor + agua = intemperismo
- El rocío, no la lluvia, es la fuente de mayor humedad exterior.
- Los productos al aire libre están mojados mucho más tiempo de lo que piensas

¡La meteorización incluye efectos sinérgicos entre estos factores!

De lo que hablaremos

- Conceptos básicos de meteorización
- **¿Por qué realizar intemperismo en el laboratorio?**
- Prueba de intemperismo en el laboratorio
 - Xenón
 - UV fluorescente
- Elementos de un programa de prueba efectivo

Por qué probar?

- Cumplir con las especificaciones
- Evitar catástrofes
- Mejora tu reputación
- Verificar reclamos de proveedores
- Mejora la durabilidad del producto
- Ahorre en costos de material
- Expandir líneas de productos existentes
- Ingrese a nuevos mercados
- Supera a la competencia
- Manténgase a la vanguardia de las regulaciones

Las pruebas de laboratorio son una herramienta para la toma de decisiones direccionales

Las pruebas aceleradas de laboratorio pueden ayudarlo

- Tome decisiones mejores y / o más rápidas.
- Reduce el riesgo de tomar malas decisiones
- Reduce el riesgo de tomar decisiones demasiado lentamente

¿Qué tipo de prueba debo ejecutar?

Tipo de prueba acelerada	Resultado	Tiempo de prueba	Resultados comparados con
Control de Calidad	Pasa/ No pasa	<ul style="list-style-type: none">• Definido• Corto	Especificación de material

¿Qué tipo de prueba debo ejecutar?

Tipo de prueba acelerada	Resultado	Tiempo de prueba	Resultados comparados con
Control de Calidad	Pasa/ No pasa	<ul style="list-style-type: none">• Definido• Corto	Especificación de material
Calificación / validación	Pasa/ No pasa	<ul style="list-style-type: none">• Definido• Medio-Largo	Material de referencia o especificación

¿Qué tipo de prueba debo ejecutar?

Tipo de prueba acelerada	Resultado	Tiempo de prueba	Resultados comparados con
Control de Calidad	Pasa/ No pasa	<ul style="list-style-type: none">• Definido• Corto	Especificación de material
Calificación / validación	Pasa/ No pasa	<ul style="list-style-type: none">• Definido• Medio-Largo	Material de referencia o especificación
Correlativo	Datos ordenados por rango	<ul style="list-style-type: none">• Abierto• Medio	Exposición natural (sitio de referencia)

¿Qué tipo de prueba debo ejecutar?

Tipo de prueba acelerada	Resultado	Tiempo de prueba	Resultados comparados con
Control de Calidad	Pasa/ No pasa	<ul style="list-style-type: none">• Definido• Corto	Especificación de material
Calificación / validación	Pasa/ No pasa	<ul style="list-style-type: none">• Definido• Medio-Largo	Material de referencia o especificación
Correlativo	Datos ordenados por rango	<ul style="list-style-type: none">• Abierto• Medio	Exposición natural (sitio de referencia)
Predictivo	Vida de servicio Factor de aceleración	<ul style="list-style-type: none">• Abierto• Largo	Exposición natural (entorno de servicio)

¿Qué es intemperismo natural?

Exposición al aire libre de materiales a la luz solar no concentrada, cuyo propósito es evaluar los efectos de los factores ambientales en diversos parámetros funcionales y decorativos de interés.

Sitios de intemperismo de referencia mundial:

- Sur de Florida (subtropical)
- Arizona (desierto seco)
- Medio Oeste (Industrial del Norte)

¿Por qué es importante el intemperismo natural?

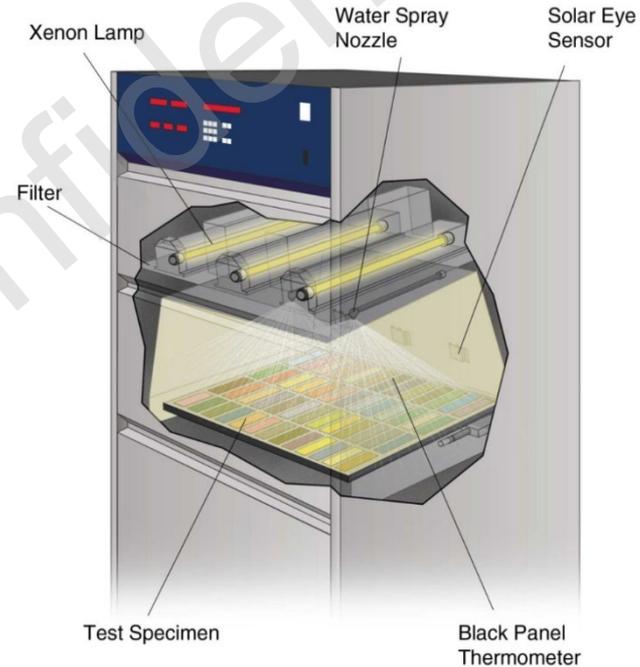
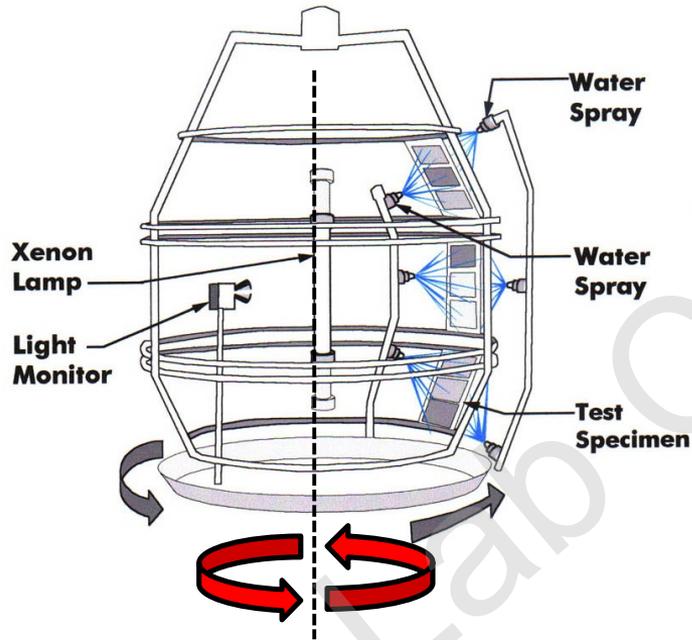
- El intemperismo natural es más complejo que el intemperismo artificial (de laboratorio)
- Las pruebas de laboratorio aceleradas no siempre son realistas.
- La precisión de las pruebas de laboratorio siempre se deben verificar mediante pruebas al aire libre
- Las pruebas de intemperismo en exteriores en curso crean una biblioteca de datos muy valiosos, a bajo costo

De lo que hablaremos

- Conceptos básicos de meteorización
- ¿Por qué realizar intemperismo en el laboratorio?
- **Prueba de intemperismo en el laboratorio**
 - Xenón
 - UV fluorescente
- Elementos de un programa de prueba efectivo

Intemperismo de laboratorio arco de xenón

Tambor de muestra giratorio para cámara de arco de xenón (bastidor)



Lámparas de arco de xenón

Aire enfriado



Enfriado
hidráulicamente



Asamblea
enfriada por agua



Espectro de Arco de Xenon

Principales factores que influyen

- Filtros ópticos
- Nivel de irradiación (intensidad)
- Longitud de onda a la que se controla la irradiancia ("punto de control")
- Envejecimiento de la lámpara

Descripción general de los filtros

- Luz de Día
- Ventana
- UV extendida

Tambor giratorio
"linterna"

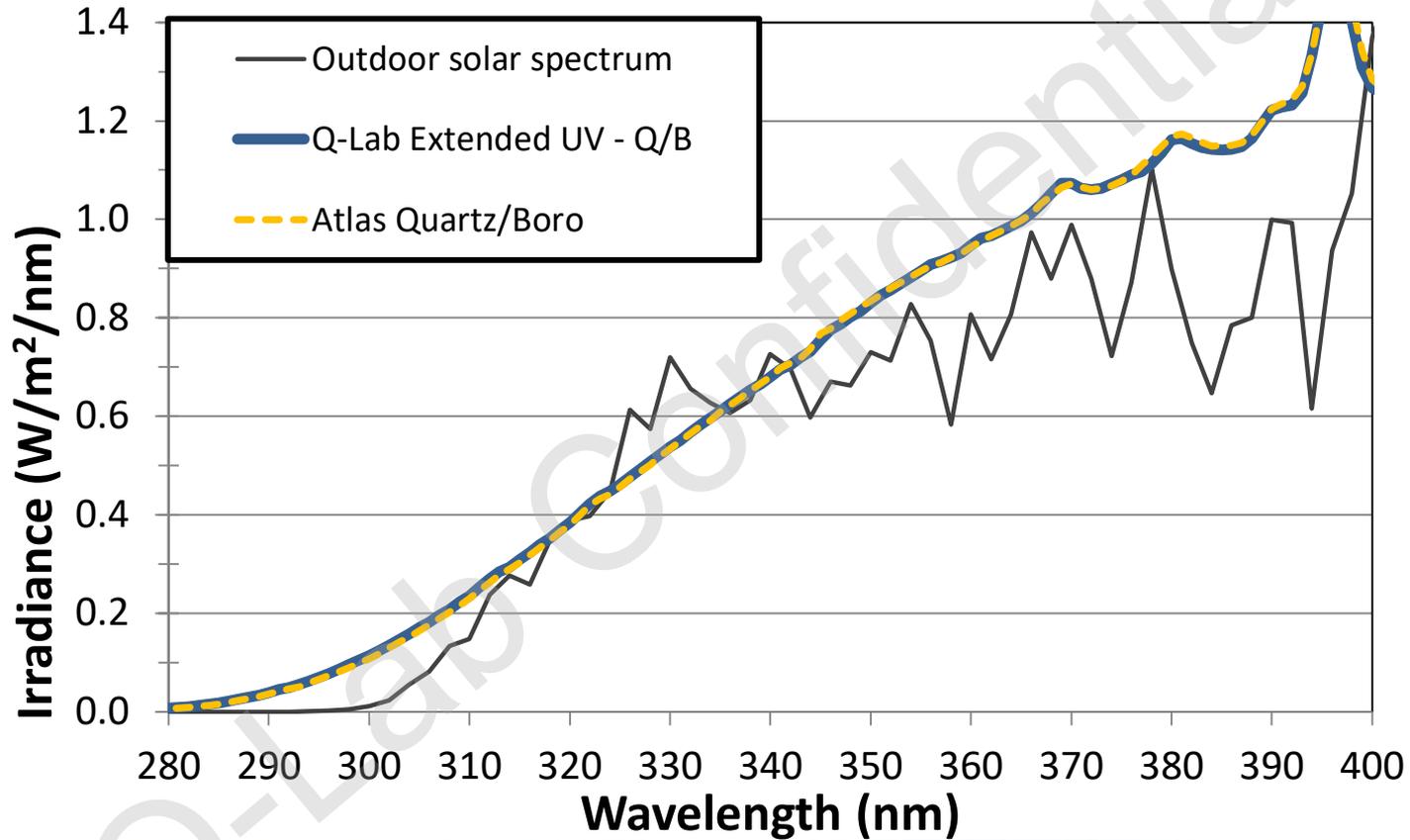


Filtro de
matriz plana

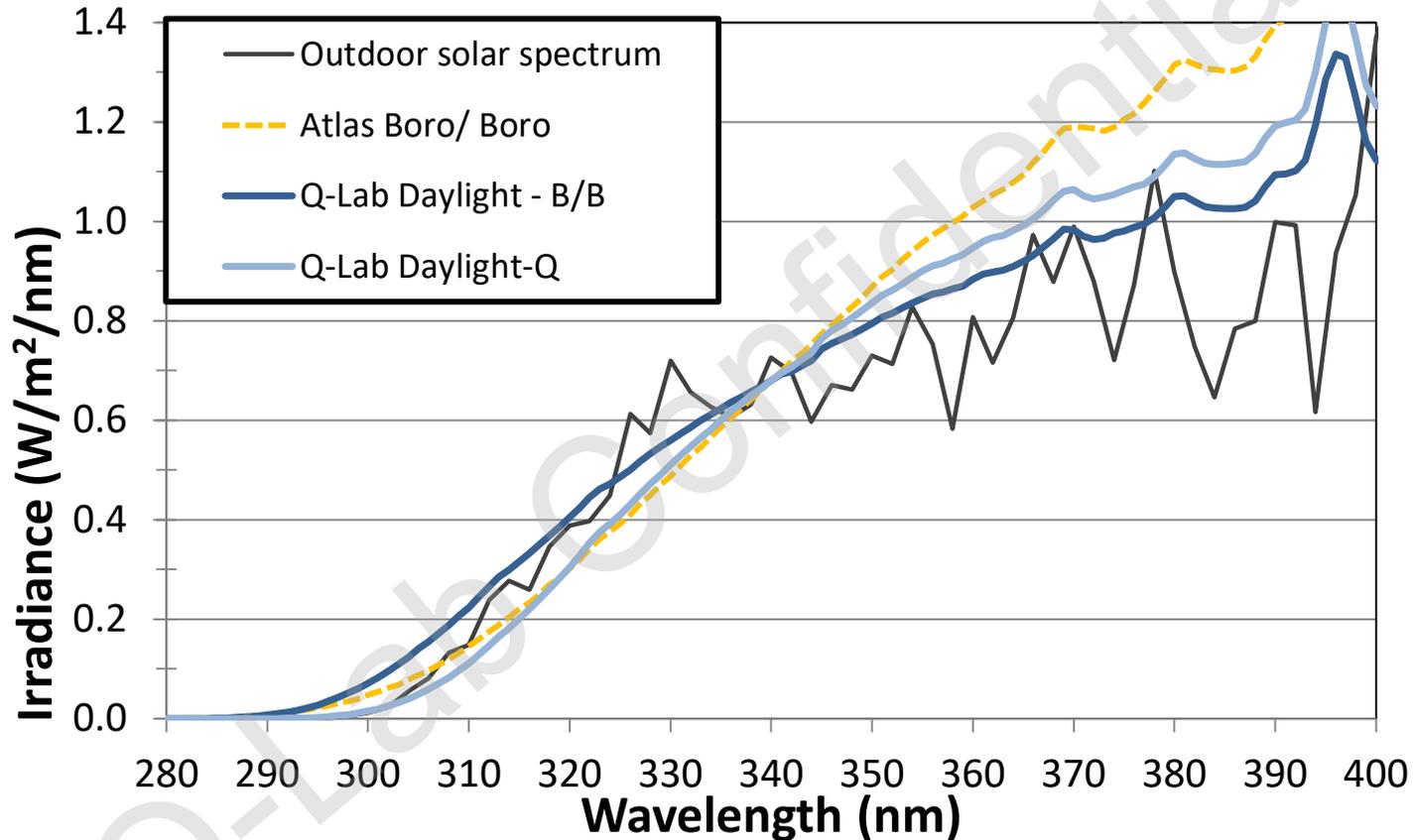


**Ocasionalmente se pueden usar otros filtros especializados*

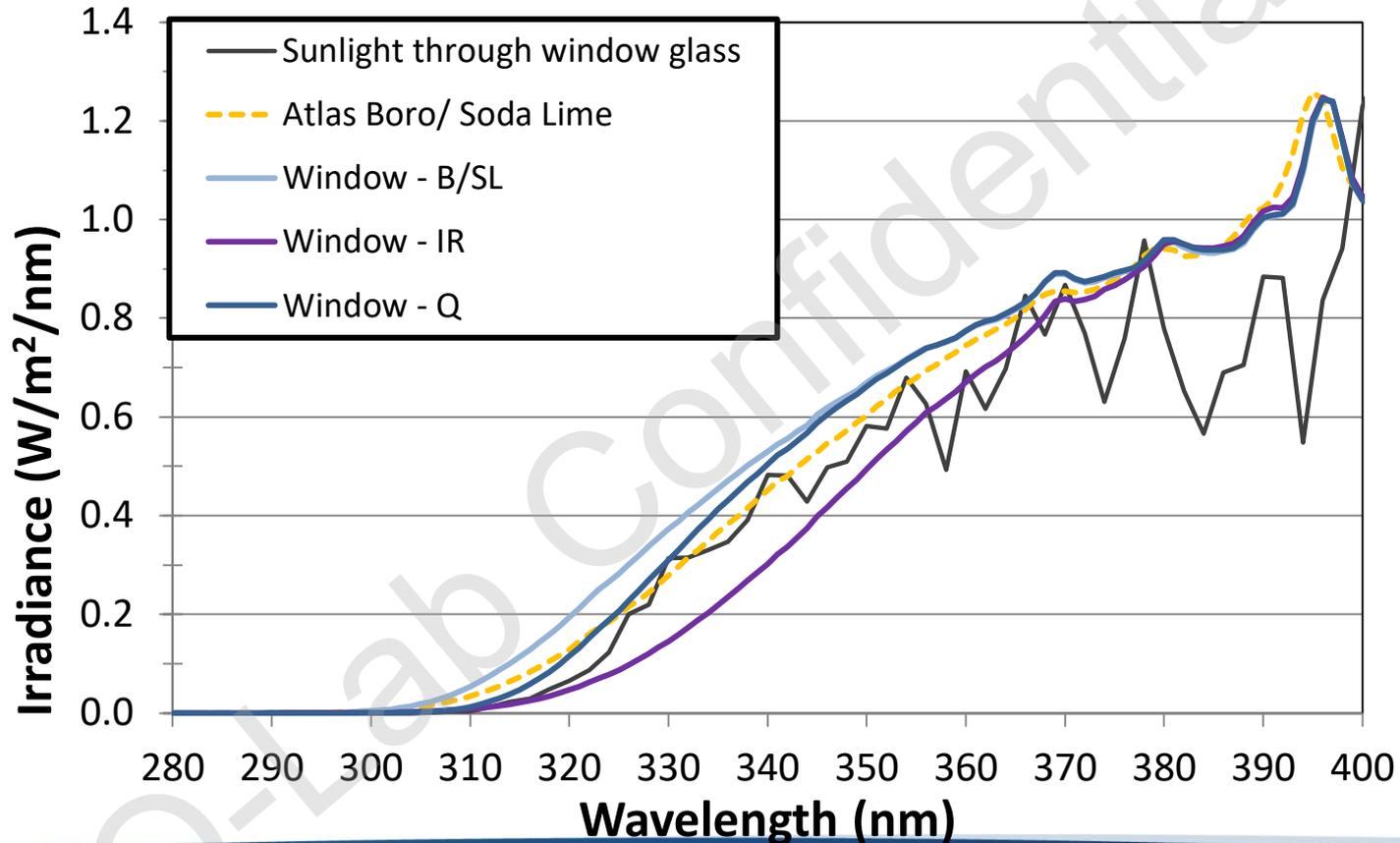
Comparación extendida de filtros UV



Comparación del filtro de luz diurna



Comparación de filtro de ventana



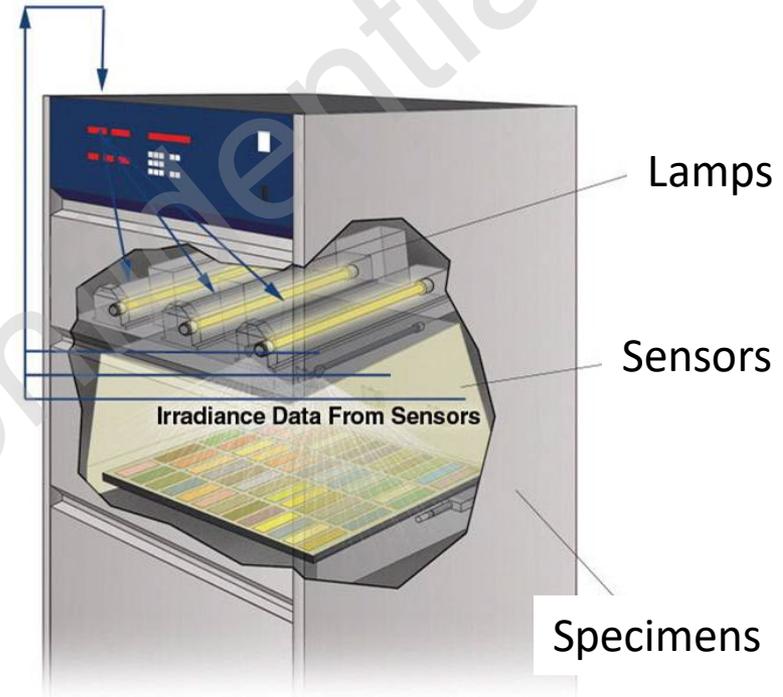
Envejecimiento del filtro óptico

enfriamiento por agua vs enfriamiento por aire

- Los filtros para sistemas de lámparas refrigeradas por agua deben reemplazarse cada 400-2000 horas.
 - Los contaminantes, incluso en agua desionizada ultra pura, reducen la transmisión del filtro con el tiempo
- Casi todos los filtros para sistemas de lámparas enfriadas por aire no envejecen o necesitan ser reemplazados

Control de irradiación Q-SUN SOLAR EYE

- Control de retroalimentación
- Lámpara de arco de xenón
- Sensor de luz
- Módulo de control
- La longitud de onda a la que se controla la irradiación se denomina Punto de control



Opciones de puntos de control de irradiancia

Banda estrecha

- 340 nm
- 420 nm

Banda ancha

- Total UV TUV (300-400 nm)
- Global (300-800 nm) – no recomendado
 - Longitudes de onda más cortas causan más fotodegradación
 - No tiene en cuenta el envejecimiento de la lámpara de xenón

¿Por qué es importante la elección del punto de control?

- Las lámparas de arco de xenón envejecen con el uso
- El cambio espectral limita la vida útil de la lámpara
- El control de la irradiancia en la región de longitud de onda de interés maximiza la repetibilidad y la reproducibilidad

Control de temperatura del panel negro

- Más común en estándares de prueba
- Temperatura máxima aproximada de la superficie de la muestra.
- Se puede usar en combinación con el sensor y control de temperatura del aire de la cámara

Sensores de temperatura de panel negro

Panel	Construcción	ASTM Designación	ISO Designación
	Acero inoxidable pintado negro	Panel negro sin aislar	Panel negro
	Acero inoxidable pintado en negro montado en PVDF blanco de 0.6 cm	Panel negro aislado	Estándar negro

* Las versiones de panel blanco de lo anterior están disponibles pero son mucho menos utilizadas

Para maximizar la aceleración, use la temperatura máxima de servicio

Para minimizar el error, NO exceda la temperatura máxima de servicio

Control de temperatura del aire de la cámara

- Requerido por ciertos métodos de prueba
- Necesario para el control de la humedad relativa (HR)
- El sensor debe estar protegido de la luz.
- La temperatura BP siempre es más alta que la temperatura del aire de la cámara al absorber el calor radiante

Control de humedad relativa

- Requerido por muchos métodos de prueba
 - Textiles
 - Automotriz (SAE)
- Muchos equipos de xenón pueden generar y controlar la humedad relativa
 - Sistema tipo caldera
 - Sistema nebulizador
- Para muchos materiales duraderos, HR hace muy poca diferencia en comparación con la pulverización y la condensación.

Arco de xenón

Spray de Agua

Spray frontal

- Método primario de suministro de agua.
- Técnica de calibración para spray frontal desarrollada recientemente (ASTM D7869)

Spray trasero

- Resultado de un experimento fallido destinado a generar condensación; persiste en algunos estándares

Spray doble

- Para entregar una segunda solución, p. lluvia ácida, jabón

Immersion (Ponding)

- Alternativa al spray frontal llamado en algunos estándares



Resumen del arco de xenón

- La mejor simulación de luz solar de espectro completo
- Las lámparas experimentan envejecimiento (efecto fulcro)
- Efectos de temperatura
- Spray de agua y control de HR
- Costo adicional, mantenimiento y complejidad en comparación con los equipos luz UV fluorescentes

Equipos de Arco de Xenon Q-SUN

Xe-1



Xe-2



Xe-3



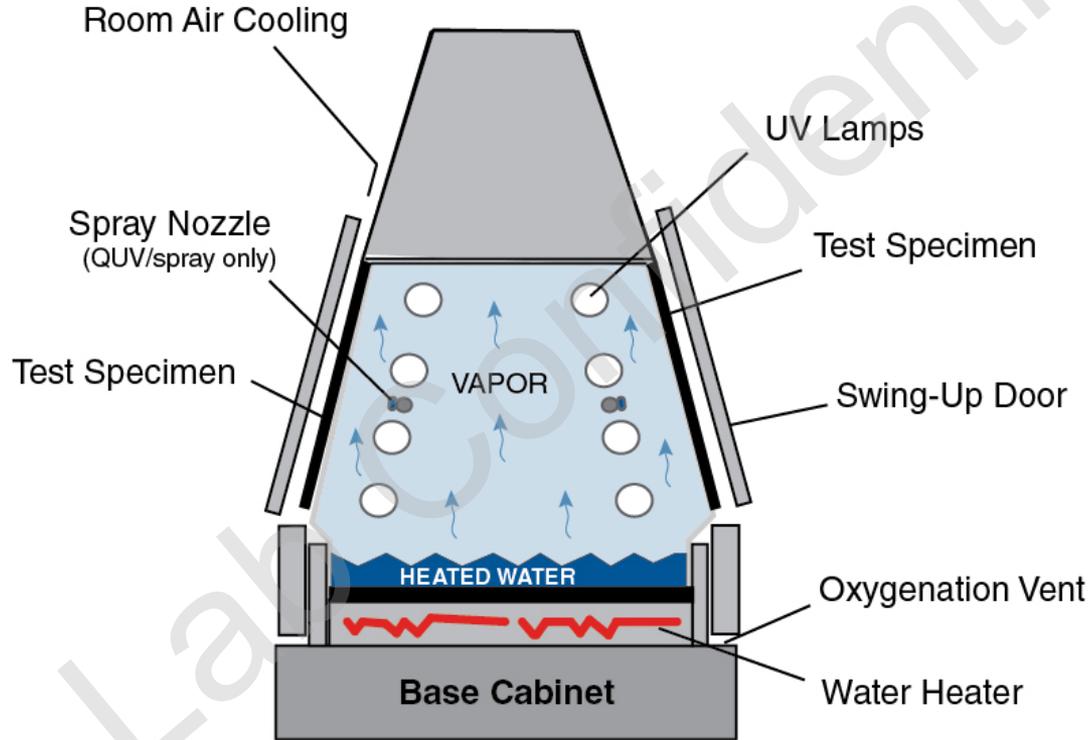
De lo que hablaremos

- Conceptos básicos de meteorización
- ¿Por qué realizar intemperismo en el laboratorio?
- **Prueba de intemperismo en el laboratorio**
 - Xenón
 - **UV fluorescente**
- Elementos de un programa de prueba efectivo



Intemperismo de laboratorio UV fluorescente

Esquema fluorescente UV



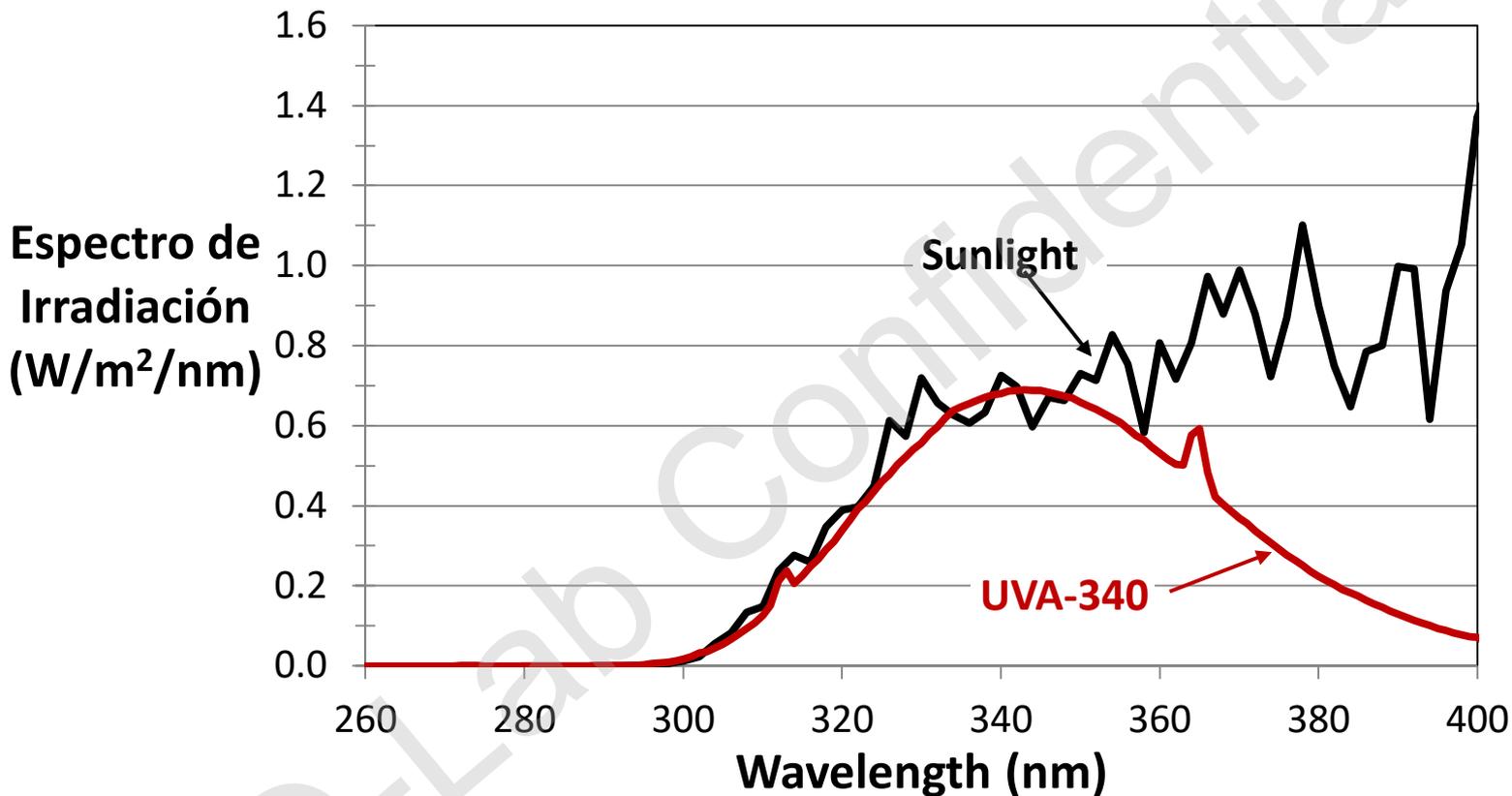
lámpara UV fluorescente



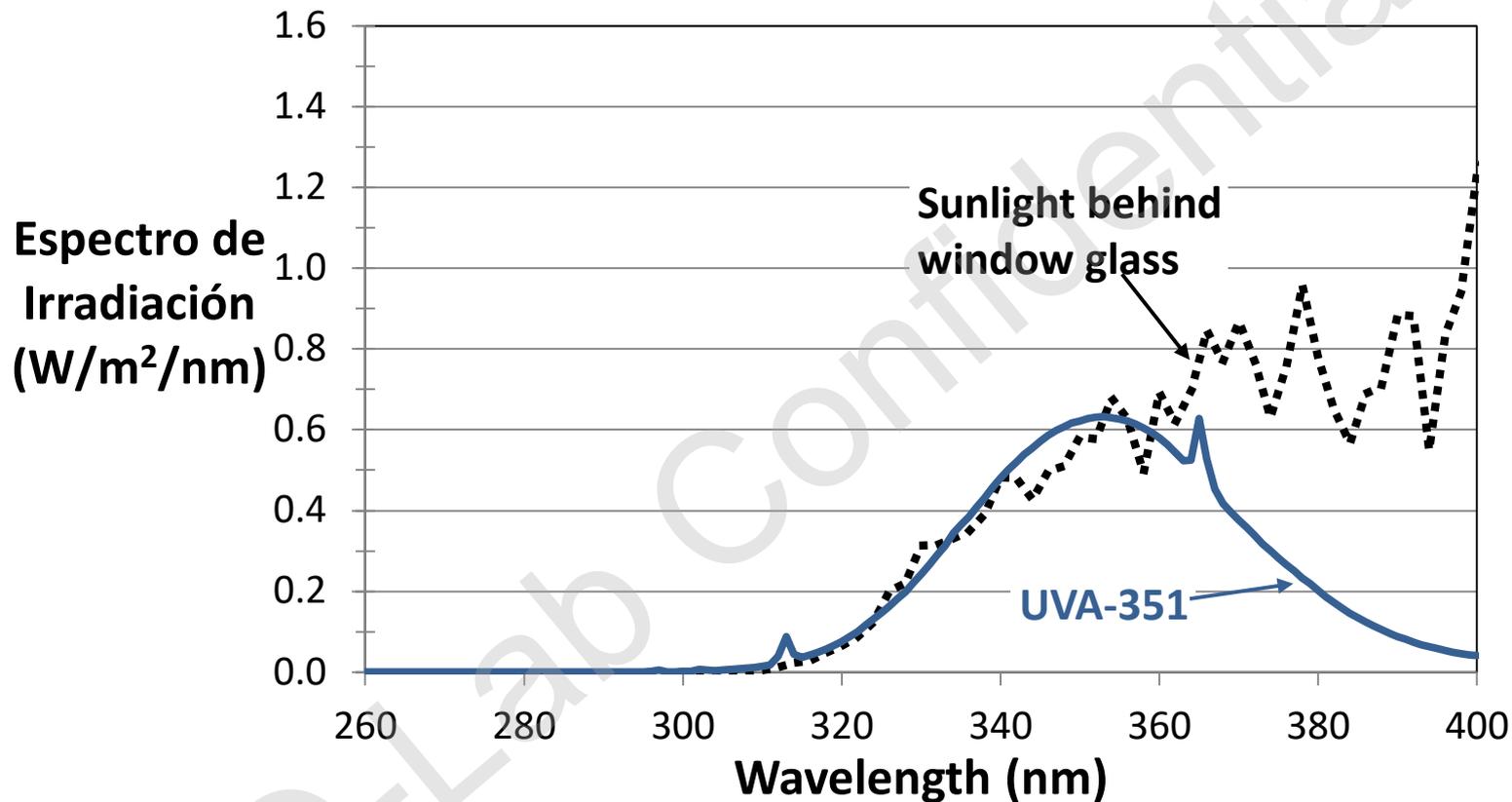
Resumen de la lámpara QUV

- UVA-340 (luz diurna UV)
- UVA-351 (ventana UV)
- UVB-313EL / FS-40 (UV extendido)
- Blanco Frío (Interior)

Lámparas UVA-340

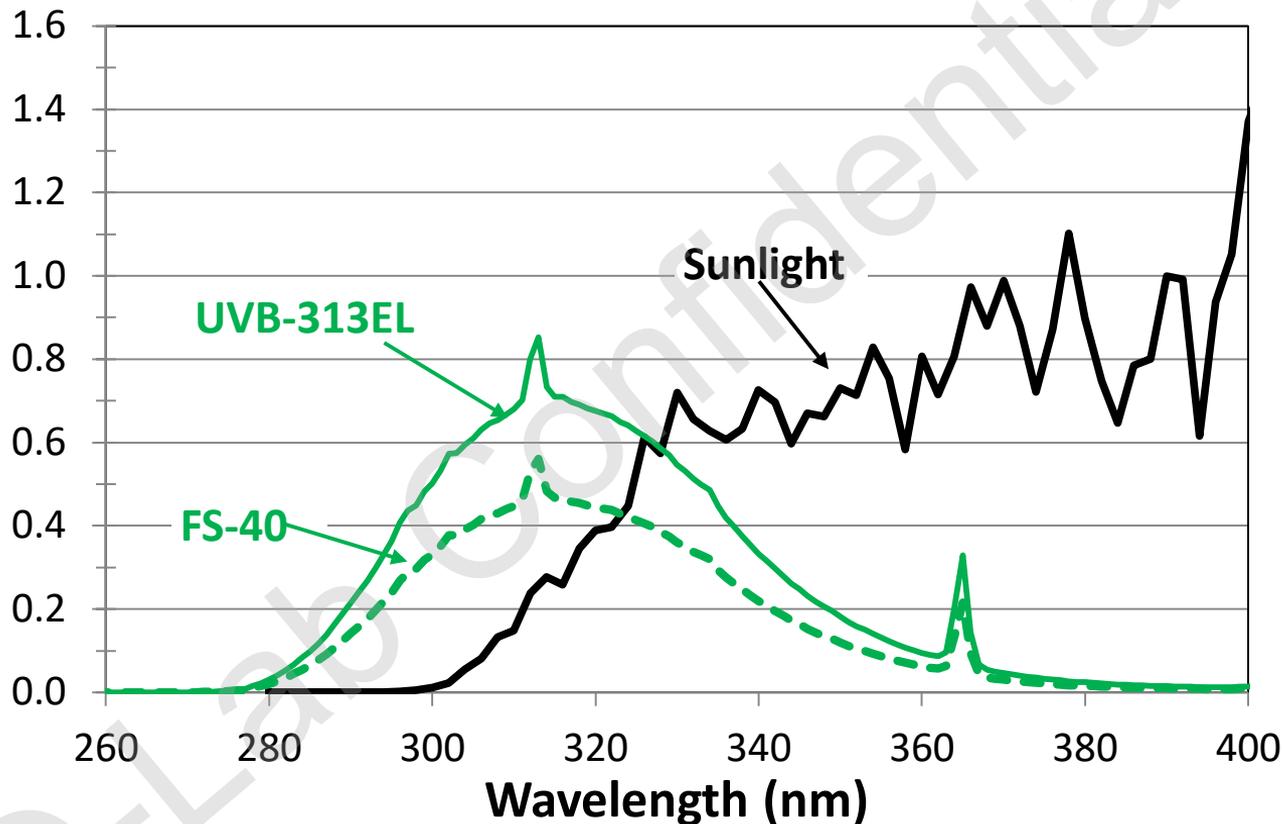


Lámparas UVA-351



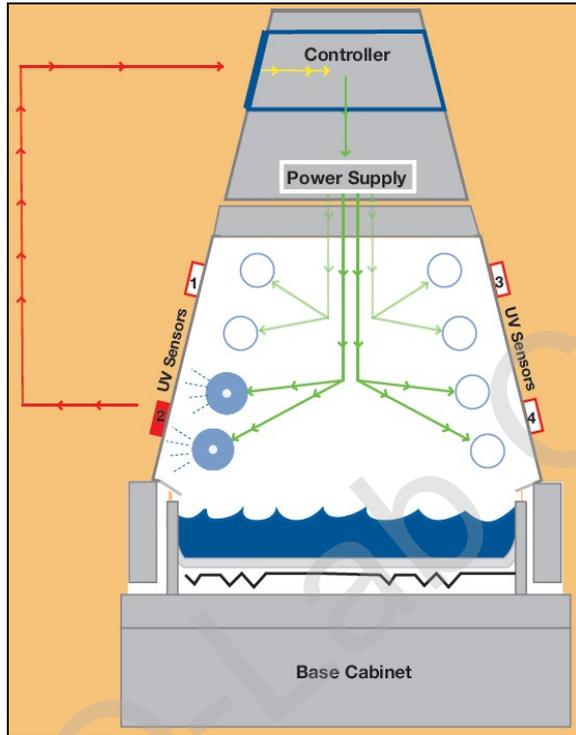
Lámparas UVB

Espectro de
Irradiación
(W/m²/nm)



QUV SOLAR EYE™

Control de irradiación



Control de retroalimentación

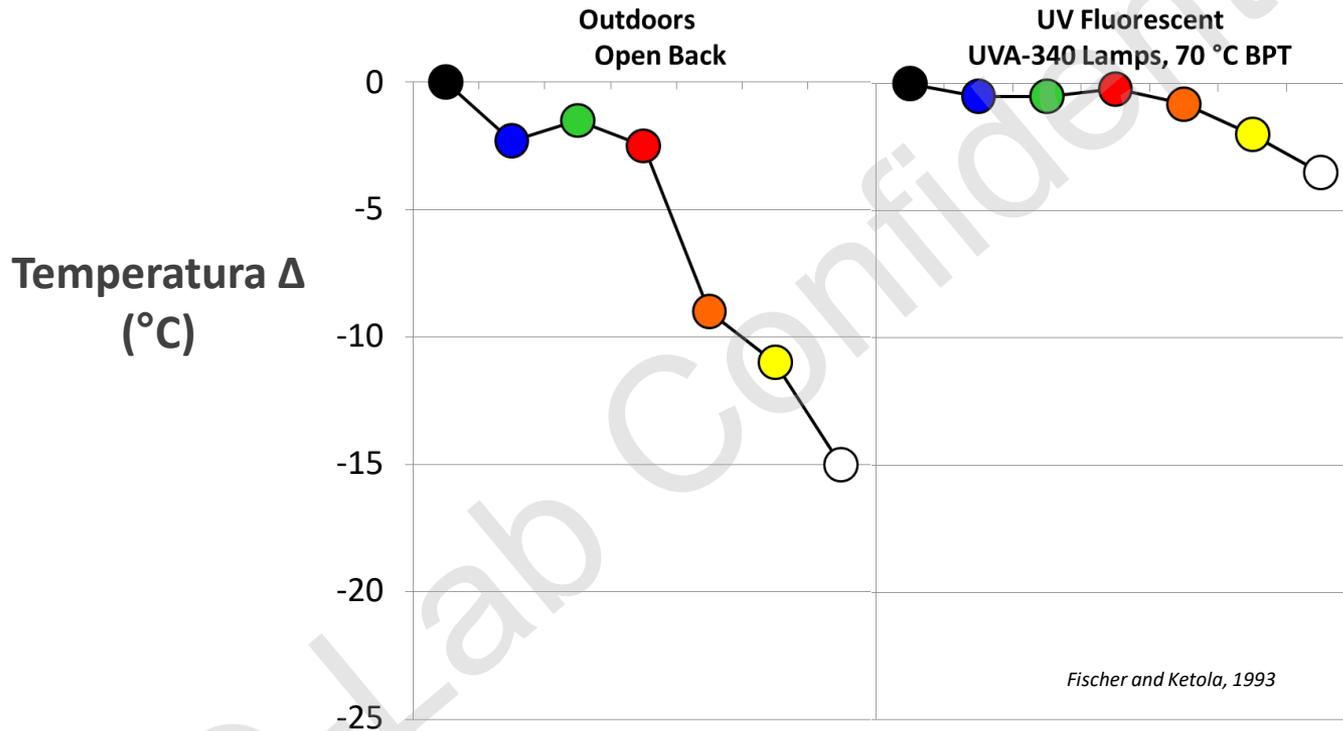
- Lámpara fluorescente UV
- Sensor de luz
- Módulo de control

Ventajas de la lámpara fluorescente

- Resultados rápidos
- Control de irradiación simplificado.
- Espectro muy estable - sin envejecimiento
- Bajo mantenimiento
 - Calibración simple
- Bajo precio y costo operativo
- Simple y fácil de mantener.

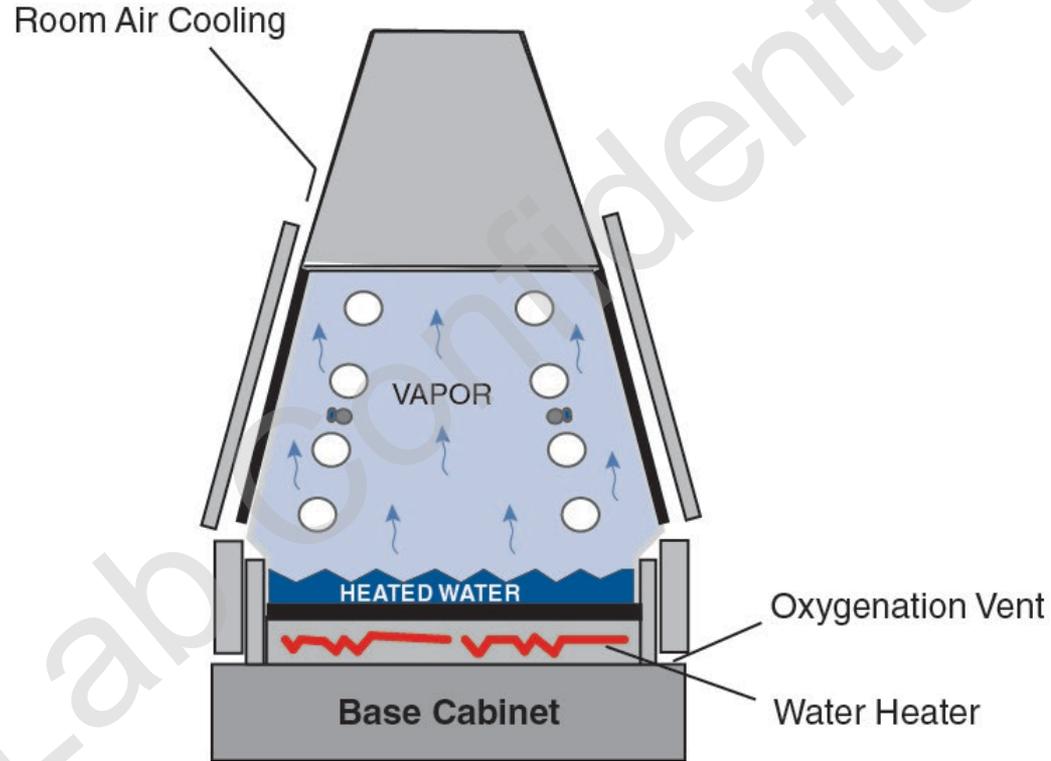
Temperatura & Color

Temperature difference between colored panels and Black Panel



Fischer and Ketola, 1993

Condensación



Ventajas de la condensación

- Más cercano a la humedad natural
- La mejor manera de acelerar el agua en un equipo de laboratorio
- Temperatura elevada
- Alto contenido de O₂
- El probador realiza la destilación: ¡no puede depositar contaminantes en las muestras! El agua está garantizada para estar limpia.



Crear condensación en el QUV es fácil y no requiere agua cara y pura

Spray de agua

- Asegura que las partes se saturen por completo
- Crea erosión y choque térmico.



Crear spray en el QUV es difícil y relativamente costoso

Resumen UV fluorescente

- UVA-340 mejor simulación de UV de onda corta
- UVB-313 más rápido y más severo
- Espectro estable: sin envejecimiento
- Sin luz visible
- Condensación realista y rigurosa
- Agua pulverizada disponible pero no control de HR

Equipo de test acelerados de intemperie QUV

Modelo QUV/se



Tecnologías complementarias de fluorescencia UV y arco de xenón

UV Fluorescente	Arco de Xenón
<ul style="list-style-type: none">• UVA-340 mejor simulación de onda corta UV	<ul style="list-style-type: none">• Espectro completo (UV-Vis-IR)
<ul style="list-style-type: none">• UVB-313 podría ser demasiado severo	<ul style="list-style-type: none">• La mejor simulación de onda larga UV y luz visible
<ul style="list-style-type: none">• Sin luz visible	<ul style="list-style-type: none">• Cambios de espectro
<ul style="list-style-type: none">• Espectro estable	<ul style="list-style-type: none">• Control de humedad relativa
<ul style="list-style-type: none">• Sin control de HR	<ul style="list-style-type: none">• <u>Spray</u> de agua
<ul style="list-style-type: none">• Condensación o spray de agua.	<ul style="list-style-type: none">• Sistema más complejo
<ul style="list-style-type: none">• Barato, simple de usar	

De lo que hablaremos

- Conceptos básicos de meteorización
- ¿Por qué realizar intemperismo en el laboratorio?
- Prueba de intemperismo en el laboratorio
 - Xenón
 - UV fluorescente
- **Elementos de un programa de prueba efectivo**

¿Qué tipo de prueba debo ejecutar?

Tipo de prueba acelerada	Resultado	Tiempo de prueba	Resultados comparados con
Control de Calidad	Pasa/ No pasa	<ul style="list-style-type: none">• Definido• Corto	Especificación de material
Calificación / validación	Pasa/ No pasa	<ul style="list-style-type: none">• Definido• Medio-Largo	Material de referencia o especificación
Correlativo	Datos ordenados por rango	<ul style="list-style-type: none">• Abierto• Medio	Exposición natural (sitio de referencia)
Predictivo	Vida de servicio Factor de aceleración	<ul style="list-style-type: none">• Abierto• Largo	Exposición natural (entorno de servicio)

Poniéndolo todo junto

- Identificar el tipo de prueba acelerada.
 - Los datos externos son imprescindibles para las pruebas correlativas y predictivas.
- Identificar el entorno de servicio.
 - Interior o exterior
 - Húmedo o seco
 - Caliente o fresco

Poniéndolo todo junto

- Haciendo uso de las mejores prácticas
 - Ejecutar hasta un modo de falla definido
 - Usa múltiples réplicas
 - Realizar evaluaciones y reposicionar frecuentemente
- Elija una arquitectura de prueba adecuada
 - ¿Qué dice la norma?
 - ¿Es importante el espectro completo?
 - ¿Qué tan importante es la absorción de agua?

Preguntas?

